ما بعد البترول

أسامة عبد الرحمن

الكتاب : ما بعد البترول
المؤلف : أسامة عبد الرحمن



الناشر : دار نوبل للنشر والتوزيع
4 شارع سيد الخطيب – الثلاثيني
العمرانية الغربية – الجيزة.
ت : 01220320905 – 01159605071
Email: Darnobel@yahoo.com

الطبعة : 2019
رقم الإيداع: 16047 / 2019 م

- **تصميم الغلاف : أمير عكاشة**

الهيئة العامة لكتاب

الفهرسة أثناء النشر

عبد الرحمن ، أسامه

ما بعد البترول، أسامة عبد الرحمن – الجيزة – دارنوبل للنشر والتوزيع 2019

العنوان 148 ص 24 سم

رقم الإيداع : 16047

1- دراسات

2- العنوان

ديوي 338.2

ما بعد البترول

المقدمة



يعتبر موضوع الوقود والطاقة من الموضوعات الهامة في حياة الأمم والشعوب ، فهي التي تزود الإنسان بحاجته من الدفء في الشتاء، وهي التي تنير له في الليل وتبدد الظلمة، وهي التي تدير الآلات والسيارات والمصانع وكافة وسائل النقل المختلفة.

وقد كان لاكتشاف النفط دور هام في حياة الإنسان، حيث شهد العالم كثيرا من التغييرات والتطورات ، وتسارعت وتيرة التقدم العلمي والصناعي بشكل كبير، وتحتوي منطقتنا العربية خصوصاً الخليج العربي على احتياطيات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي،لكن مع هذا التطور أسرف الانسان فى استخدام النفط مما ساعد فى خلق أزمة استرعت انتباه المتخصصين فى مجال الطاقة فجعلهم يبحثون عن مصادر أخرى بديلة للبترول فكثر الحديث عن الوقود الحيوي فى ظل تفاقم أزمة النفط وقرب إنتهاء المخزون العالمى للبترول خلال ال 40-50 سنة القادمة مما دفع الكثيرين للتفكير فى عالم بلا نفط بعد خمسين عاماً من الآن، ولكن الخطر ليس مؤجلاً لفترة 50 عاماً فالخطر أقرب من ذلك بكثير فمع قرب إنتهاء مخزون النفط وزيادة سكان العالم سيرتفع سعر برميل النفط بصورة خيالية وقد يصل ل500 دولار خلال الخمسة عشر سنة القادمة وهذه كارثة على الإقتصاد العالمى.

بدأ الانسان منذ القرنين الماضيين فى إستكشاف مصادر طاقة نظيفة

ومتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمياه ، ولكن لم تكن المحاولات ناجحة بما فيه الكفاية . فالطاقة الناتجة من هذه المصادركانت لها مشاكلها وهى إما مكلفة أو لا يمكن نقلها أوتخزينها مما أضعف كثيراً من فرص الإستفادة منها، وبقى البديل الوحيد المناسب للإستخدام هو الوقود الحيوي ودخل في صورة وقود سائل منتج من مواد نباتية إلى الأسواق، نتيجة لارتفاع أسعار النفط، إضافة إلى الحاجة لتأمين إمدادات الطاقة ومع ذلك، تعرضت تقنية الوقود الحيوي لانتقادات بسبب آثارها الضارة على البيئة الطبيعية، والأمن الغذائي وكربون التربة .

ولقد تم التوصل إلى انتاج وقود من الطحالب ويتمثل التحدى فى دعم أبحاث استزراعه وتطويروسائله وقبوله كمصدرللطاقه على المستوى العالمى وكفايته وسنستعرض معاً التعريف به وأهم أنواعه وكيف يتم الاستفاده منه بشكل اقتصادى .

أسامة عبد الرحمن

الباب الأول

الوقود والطاقة

التعريف اللغوى:

تعريف ومعنى وقود في معجم المعاني الجامع – معجم عربي عربي: وَقود: اسم والوَقُودُ : كُلُّ مادَّة تتولَّد باحتراقها طاقةٌ حرارية والو قُودُ النَّوويُّ : الْمادَّةُ القَابلَةُ لَلانْشطَار ، تُستَعمَلُ في الْمفَاعلِ والوَقُودُ : الوَقاد ، ما توقَدَ به النَّار كالحَطب ونحوه اما زيت الوقود فهو سائل صَناعي قابل للاَحتراق يستخرج من النفط الخام بالتَقطير والوقُودَ : الحطَب ويقال : ما أَجودَ هذا الوقُودَ للحطَب ، قال الله تعالى : أُولئك هم وَقُودُ النارِ والوَقَدُ : نَفْس النَّارِ وأقدم أنواع الوقود هو الحطب الذي يمكن استخدامه في الطهي مثلاً.

والوقود فى تعريفه العام هو كل ما يستخدم للحصول على طاقة أى أن الوقود هو المدخل للحصول عليها يستوى فى ذلك الحطب والخشب والبترول واليورانيوم أى أن الوقود هو مصدر الطاقة والوقود الحيوي هو ما يستخدم للحصول على الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية وأحد أهم مصادر الطاقة المتجددة ولقد بدأت بعض المناطق فى زراعة أنواع معينة من النباتات خصيصاً لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا واللفت، وقصب السكر وزيت النخيل.

وأيضاً يتم الحصول عليه من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا

الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها ، مثل القش والخشب والخشب والسماد ، وقشر الأرز، وتحلُل نفايات المنازل والورش والمصانع ، ومخلفات الأغذية ، التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق الميكروبات .

أهمية الوقود:

وتعود أهمية الوقود إلى أنه يعتبر أحد المواد التي تقوم بتخزين الطاقة في داخلها، ويتم الاستفادة من هذه الطاقة عن طريق حرق الوقود في العادة ومن ثم تحويل هذه الحرارة إلى أنواع أخرى من الطاقة عن طريق الآلات المختلفة ، أو الاستفادة من الطاقة الحرارية المنبعثة من الوقود بشكل مباشر، وفي البداية كان مصطلح الوقود يطلق على المواد الكيميائية التي يتم حرقها من أجل انتاج الوقود، إلّا أنّه أصبح فيما بعد يطلق على مصادر أخرى للطاقة الحرارية مثل الطاقة النووية التي يتم الحصول على الطاقة الحرارية منها عن طريق الاندماج النووي أو الانشطار النووي وأصبح الوقود في الوقت الحالي عصب الحياة في كثير من الصناعات المختلفة وفي مختلف المجالات في حياة الإنسان، بحيث أًصبح الإنسان لا يستطيع الاستغناء عن الوقود بمختلف أشكاله وأنواعه وخاصة الوقود الأحفوري الذي يعتبر المصدر الأول للطاقة في العالم ، وإنّ أول ما يتم استخدام ا لوقود فيه هو التدفئة إذ إنّ جميع أنواع التدفئة – ما عدا التدفئة التي تعتمد على مصادر الطاقة المتجددة والبديلة والتي تعتبر قليلة نسبياً في العالم في الوقت الحالي – تعتمد بشكل أو بآخر على الوقود، فعلى سبيل المثال يتم حرق الغاز من أجل التدفئة في مختلف المنازل أو السولار،

وحتى التدفئة التي تعتمد على الكهرباء فإنّها تعتمد في النهاية على الوقود ، إذ إنّ الكهرباء في العالم تعتمد بالجزء الأكبر على الوقود من أجل إنتاجها، إما النووي أو الأحفوري .

فيتم حرق الوقود في محطات توليد الطاقة الكهربائية من أجل تسخين المياه أو أحد السوائل الأخرى والتي تعمل على إدارة التوربينات التي تكون موصولة بمولدات الطاقة الكهربائية والتي يتم نقلها إلى المنازل فيما بعد ،أما الأهمية الأخرى للوقود فتكمن في وسائل النقل المختلفة والتي تعمل على محركات الاحتراق الداخلي ، إذ إنّ محركات الاحتراق الداخلي تقوم بحرق الوقود ،والذي يكون في العادة السولار أو البنزين، من أجل توليد الطاقة الحركية التي يتم نقلها إلى عجلات السيارة من أجل حركتها، أو يتم حرقها في المحركات النفاثة أو التوربينات في الطائرات والسفن من أجل توليد الطاقة الحركية اللازمة لتحريكها ويوجد في الحياة العديد من الاستخدامات الأخرى للوقود بأشكاله المختلفة ، فيستخدم الوقود من أجل الطهي أيضاً والذي يعتمد في الكامل على الغاز الذي يتم حرقه من أجل الطهي ، بالإضافة إلى العديد من الاستخدامات الأخرى العديدة للوقود ، فأصبح لذلك النفط وهو الوقود الأكثر استخداماً في العالم بعد تكريره بالذهب الأسود ، إذ إنّ حاجة الناس للوقود في العصر الحالي أصبحت تساوي احتياجهم للمأكل والمشرب والمأوى .

الأهميّة اقتصاديّة للوقود

تتمثّل الأهمية الاقتصادية للوقود في كونه يدخل في صناعة واستخدام 96% من الأشياء التي نستخدمها يومياً، حيث يستخدم في صناعة البلاستيك، والأدوية، والأجهزة الإلكترونية، والأجهزة الطبية، مثل أجهزة التصوير المغناطيسي وغيرها، كما أنّه يوفّر الكثير من فرص العمل في هذه الصناعات، ويرفع ميزانية الدول عن ط ريق الضرائب والعائدات الناتجة من الإيرادات، وتستخدم هذه الميزانية لدعم وتحسين البنية التحتية للدول من مدارس، وطرق، وخدمات الطوارئ وغيرها.

تعريف الطاقة

الطاقة هي أحد المقومات الرئيسية للمجتمعات المتحضرة وتحتاج إليها كافة قطاعات المجتمع بالإضافة إلى الحاجة الماسة إليها في تسيير الحياة اليومية ،إذ يتم استخدامها في تشغيل المصانع وتحريك وسائل النقل المختلفة وتشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض وكل حركة يقوم بها الإنسان تحتاج إلى استهلاك نوع من أنواع الطاقة ويستمدّ الإنسان طاقته لإنجاز أعماله اليدوية والذهنية من الغذاء المتنوع الذي يتناوله كل يوم ، إذ يتم حرق الغذاء في خلايا الجسم ويتحول إلى طاقة ويمكن تعريف الطاقة بأنها قابلية إنجاز تأثير ملموس (شغل) وتوجد على عدة أنواع منها طاقة الريح ، وطاقة جريان الماء ومساقطها ويمكن أن تكون الطاقة مخزونة في مادة كالوقود التقليدي (النفط ، الفحم، الغاز).

تعريف الطاقة وصورها وأنواعها

– هي كل ما يمدنا بالنور ويعطينا الدفء وينقلنا من مكان إلى آخر وتتيح استخراج طعامنا من الأرض وتحضيره وتضع الماء بين أيدينا ويدير عجلة الآلات التي تخدمنا .

-وهي قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معين

– وهي مقدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي (ماكس بلانك – وهي كيان مجرد لا يعرف إلا من خلال تحولاته.

– وهي عبارة عن كمية فيزيائية تظهر على شكل حرارة أو شكل حركة ميكانيكية أو كطاقة ربط في أنوية الذرة بين البروتون والنيترون .

أنواع الطاقة وصورها: – توجد الطاقة في عدة صور مختلفة، ومن هذه الصور الطاقة الكيميائية، والطاقة الكهربية، والطاقة الحرارية، والطاقة الميكانيكية، والطاقة النووية كما يلي:

1- **الطاقة الكيميائية** : وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزئ الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية وتتم عملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية عن طريق إحداث تفاعل كامل بين المركب الكيميائي وبين الأكسجين لتتم عملية الحرق وينتج عن ذلك حرارة وهذا النوع من الطاقة متوفر في الطبيعة ، ومن أهم أنواعه النفط والفحم والغاز الطبيعي والخشب.

2- **الطاقة الميكانيكية** : وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر حيث أنها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل شغل يؤدي إلى تحويل طاقة

الوضع إلى طاقة حركة ، والأمثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر ، ويمكن أن تنشأ الطاقة الميكانيكية بتحويل نوع آخر من الطاقة إلى آخر ، مثل المروحة الكهربائية حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .

3- **الطاقة الحرارية** : وتعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها ، فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود ، فتكون الخطوة الأولى هي حرق الوقود والحصول على طاقة حرارية تتحول بعد ذلك إلى طاقة ميكانيكية أو إلى نوع من أنواع الطاقة ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا في مصادر الحرارة الجوفية.

4- **الطاقة الشمسية** : وهي مصدر للطاقة لا ينضب ، ولكنها تصل إلينا بشكل مبعثر وتحتاج إلى تقنية حديثة (خلايا شمسية) لتجميعها والاستفادة منها ، وهي مصدر نظيف فلا ينتج عن استعماله أي غازات أو نواتج ضارة للبيئة كما هو الحال في انواع الوقود الأخرى .

5- **الطاقة النووية** : وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات أو النيترونات) وتنتج نتيجة تكسر تلك الرابطة وتؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية كبيرة جداً .

6- **الطاقة الكهربائية** : حيث لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء ، والسبب في ذلك أن جميع المواد تكون متعادلة كهربائياً ، والطاقة الكهربائية لا تنشأ إلا بتحويل

نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربائي ، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في البطاريات .

7- **الطاقة الضوئية** : عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تحتوي كل منها على حزم من الفوتونات ، وتختلف الموجات الكهرومغناطيسية في خواصها الفيزيائية باختلاف الأطوال الموجية ، ومن الأمثلة عليها الأشعة السينية وهي عبارة عن أشعة غير مرئية ذات طول موجي قصير جداً وتستخدم في المجال الطبي ، وكذلك أشعة جاما : وهي أشعة لا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المغناطيسية ولها القدرة على النفاذ وتعتبر من الأشعة الخطرة.

8- **طاقة الرياح**: وتعد طاقة الرياح واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة المعروفة منذ القدم وتتميز مقارنة بالطاقة الشمسية بإنخفاض تكلفتها وعدم إنقطاعها بتعاقب الليل والنهار خاصة في المناطق التي تتوافر فيها الرياح بسرعات عالية علي مدار اليوم وفي حالات كثيرة وجد أن تكلفة إنتاج الكهرباء من الرياح تقترب بشكل كبير من تكلفة الإنتاج بالوسائل التقليدية و قد استخدمت الرياح منذ أقدم العصور في دفع السفن الشراعية وفي إدارة طواحين الهواء واستخدمها الصينيون لضخ المياه الجوفية من الآبار واستخدمت في طحن الغلال والحبوب.

ومن مميزات طاقة الرياح

– أنها طاقة متجددة ولا ينتج عنها غازات تسبب ظاهرة البيت المحمي أو ملوثات مثل ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النيتريك أو الميثان و بالتالي فإن تأثيرها الضار بالبيئة طفيف.

% **95** -من الأراضي المستخدمة كحقول للرياح يمكن استخدامها في أغراض أخري مثل الزراعة أو الرعي كما يمكن وضع التوربينات فوق المباني.

– أظهرت دراسة حديثة أن كل مليار كيلووات في الساعة من إنتاج طاقة الرياح السنوي يوفر من **400** إلي **460** فرصة عمل.

– تعتبر مزارع طاقة الرياح من المزارات السياحية في بعض دول العالم.

– تمثل طاقة الرياح طريقة جيدة لمد الطاقة للمناطق النائية.

9 -الطاقة المائية: وللطاقة المائية أهمية كبري في كثير من دول العالم، ففي الولايات المتحدة الأمريكية تُعد الطاقة المائية أحد أهم مصادر إنتاج الكهرباء، حيث تشارك بنسبة **10%** من إجمالي مصادر إنتاج الكهرباء، يساعد علي ذلك وجود وانتشار العديد من الجبال الشاهقة والأنهار التي تجعل الماء مصدراً هاماً للطاقة الكهربية، وتمثل الطاقة المائية **80%** في واشنطن من مصادر إنتاج الطاقة الكهربية في الولاية.

10 – طاقة الكتلة الإحيائية: يقصد بالكتلة الإحيائية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار، ومخلفات المحاصيل، وقطع الخشب،

وغيرها من المخلفات الأخرى يمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام وهو ما يمكن أن يؤدي إلي تقليل حجم المخلفات والقمامة ويقصد بتدوير المخلفات هو إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخري أقل جودة من المنتج الأصلي، في حين يقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها.

11- الطاقة الجوفية الحرارية : تعتبر الأرض خزاناً ضخماً للحرارة التي يعتقد أن لها مصدرين: الأول هو أن الأرض كانت كتلة غازية ساخنة جداً ومع مرور الزمن بردت قشرتها وتصلبت نتيجة تماسها المباشر مع الفضاء الخارجي،أما الجزء الداخلي فمازالت حرارته عالية جداً والإحتمال الثاني هو أن حرارة الأرض هي الحرارة الناتجة من تحلل المواد المشعة الموجودة بمقادير صغيرة نتيجة لتحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة الموجودة بنسب متفاوتة في هذه الصخور ويرجع تاريخ وجود الطاقة الجوفية الحرارية إلي زمن نشأة الأرض .

12 -الطاقة النووية : هي أحد أشكال الطاقة، تختص باستخراج الطاقة الموجودة في نواة أحد العناصر، تزود الطاقة النووية دول العالم بأكثر من **16%** من الطاقة الكهربية التي يحتاجها، فهي تلبي ما يقرب من **35%** من احتياجات دول الإتحاد الأوربي، ففرنسا وحدها تحصل علي **77%** من طاقتها الكهربية من المفاعلات النووية ومثلها ليتوانيا أما اليابان فتحصل علي **30%** من طاقتها الكهربية من المفاعلات النووية ويوجد نوعان من المفاعلات، مفاعلات بحثية وأخري لتوليد الطاقة وتستخدم المفاعلات البحثية لإجراء الأبحاث العلمية

لأهداف طبية وصناعية، ويوجد علي مستوي العالم **284** مفاعل بحث في **56** بلد أما مفاعلات الطاقة فتستخدم لإنتاج الطاقة الكهربية كما يمكن استخدامها لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية.

13- طاقة المحيطات :في الوقت الراهن توجد بعض المحطات الصغيرة التي تعتمد في إنتاج الكهرباء علي طاقة المحيطات، وربما تمكن الإنسان في المستقبل من الاستفادة بشكل أكبر من الطاقة الكامنة في المحيطات وتسخيرها لخدمته وإمداده بالطاقة التي يحتاجها في منزله وعمله، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه علينا هو كيف نستطيع الحصول علي الكهرباء من المحيطات؟ .

14 -طاقة الأمواج :تحتوي الأمواج علي طاقة حركة يمكنها أن تدير توربينة، تجعل الماء يرتفع داخل غرفة فيدفع الهواء الموجود بها إلي الخارج، ليدير أثناء خروجه توربينة تستطيع إدارة عمود يقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل مولد، فنحصل علي الكهرباء، أما عندما يهبط منسوب المياه فإن الهواء يدخل إلي الغرفة مرة أخرى ليملأها وهكذا دواليك، وهذه الفكرة هي أحد طرق الاستفادة من طاقة الأمواج، وتوجد طريقة أخرى تعتمد علي الاستفادة من الحركة الترددية للأمواج في تحريك مكبس داخل اسطوانة وهذا المكبس يمكن أن يدير مولد.

15 – طاقة المد والجزر: هي الشكل الثاني من طاقة المحيطات، وتعتمد فكرة الاستفادة منها علي حجز الماء الذي يأتي به المد نحو الشاطئ في خزانات خلف سدود ، وبالتالي يمكن الاستفادة من الماء في إنتاج الكهرباء كما في المحطات المائية.

16– طاقة إشعاع :يتميز الاشعاع بأنه موجة كهرومغناطيسية.

وأهم مصادر الطاقة المستخدمة حالياً، والمتوقع أن يكون لها شأن في توفير الطاقة للبشرية:

1- **الوقود الأحفوري**: ويتمثل في الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ويخزن هذا الوقود (طاقة كيميائية) يمكن الاستفادة منها عند حرقه،والوقود الأحفوري هو مصدر الطاقة الرئيس حيث يسهم بما يربو على 90% من الطاقة المستخدمة اليوم، ولأنه مصدر قابل للنضوب، وبسبب مشكلات التلوث البيئي، فإن البحث حثيث لتوفير وتطوير مصادر أخرى للطاقة.

2- **المصادر الميكانيكية**: وهي مساقط المياه والسدود وحركة المدّ والجزر وطاقة الرياح، لذا تُقام محطات توليد الكهرباء عند السدود والشلالات ومناطق المد العالي وربوع الرياح الشديدة لاستغلال قوة الدفع الميكانيكية في تشغيل التوربينات.

3- **الطاقة الشمسية** : يستفاد منها عبر التسخين المباشر في عمليات تسخين المياه والتدفئة والطهي، كما يمكن تحويلها مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية.

4- **الطاقة الحرارية** الجوفية حيث يستفاد من ارتفاع درجة الحرارة في جوف الأرض، وفي بعض المناطق تكون هذه الطاقة الجوفية قريبة من سطح الأرض فتوجد بالتالي الينابيع الحارة، ففي أيسلندة تنتشر هذه الينابيع، ويستفاد منها لأغراض التدفئة والتسخين.

5- **الكتل الحيوية (البيوماس)**: وهي المخلفات الحيوية، وهذا التصنيف يشمل: النباتية والزراعية التي يتم تخميرها في حفر خاصة ليتصاعد منها غاز الميثان، وهو غاز قابل للاشتعال.

6- **غاز الهيدروجين**: يمثّل نوعاً مهماً من أنواع الوقود، وهو مرشح لأن يكون له دور كبير في تأمين الطاقة في المستقبل، وقد ظهرت سيارات تعمل على غاز الهيدروجين، وأبرز تطبيقاته الاستفادة منه في خلايا الوقود، وهي خلايا واعدة بتطبيقات واسعة في المستقبل، ويتم توليد الكهرباء داخلها مباشرة بتمرير الهيدروجين والهواء بها، وعبر اتحاد الهيدروجين والأوكسجين نحصل على (طاقة كهربائية)، أما مخلفات هذه العملية فهي الماء فقط ، أي إن خلايا الوقود لا تسهم في تلويث البيئة.

7- **الطاقة النووية** : تنتج عن الانشطار النووي في المفاعلات النووية، ويستفاد منها في تسيير السفن والغواصات وتوليد الطاقة الكهربائية، وأبرز سلبياتها النفايات المشعة الناتجة،ومشكلة التخلص منها، وضوابط السلامة العالية اللازمة لمنع انفجار المفاعل،أو تسرب الإشعاع منه .

وهناك تصنيف للطاقة ومصادرها يقوم على مدى إمكانية تجدد تلك الطاقة واستمرارها:

1- **الطاقة التقليدية أو المستنفذة**: وتشمل الفحم والبترول والمعادن والغاز الطبيعي والمواد الكيميائية، وهي مستنفذة لأنها لا يمكن صنعها ثانية أو تعويضها

مجدداً في زمن قصير.

2- **الطاقة المتجددة أو النظيفة أو البديلة**: وتشمل طاقة الرياح والهواء والطاقة الشمسية وطاقة المياه أو الأمواج والطاقة الجوفية في باطن الأرض وطاقة الكتلة الحيوية، وهي طاقات لا تنضب.

الواقع الحالي لاستخدام الطاقة:

تعتمد المجتمعات المتقدمة على مصادر الطاقة المختلفة في كافة مرافق الحياة وغالبية المصادر المستخدمة حالياً هي مصادر الوقود الأحفوري وقد كانت النسب المئوية لاستهلاك مصادر الطاقة المختلفة في عام **1992** كما يلي : النفط **33%**، والفحم **22.8%** ، والغاز **18.8%** ، ومصادر الكتلة الحيوية **13.8%** ، والمحطات المائية **5.9%** ، والمحطات التي تعمل بالطاقة النووية **5.6. %**

ويتم حالياً استخدام مصادر الطاقة في أربعة مجالات رئيسية هي: النقل، والصناعة ، والسكن (دور منفردة وعمارات سكنية) ، والقطاع التجاري (مكاتب، مدارس ، مخازن ... الخ) وإنّ جزءاً كبيراً من الطاقة المستهلكة يستخدم كحرارة وليس لإنتاج شغل ، ويمثل نسبة مقدارها حوالي **50%** من الطاقة المستهلكة كخسائر حرارية ، وأكثر ما يحدث ذلك عند محطات توليد الطاقة الكهربائية حيث تساوي نسبة الضياع على شكل حرارة **64%** من الطاقة المستهلكة (الداخلة) مقابل **36%** من الطاقة الكهربائية المنتجة أو المفيدة أي أن الكفاءة تساوي **36%** فقط.

مصادر الطاقة التقليدية:

لفهم الطاقة يجب معرفة مصادرها ، وحدودها ، واستخداماتها ولتكوين سياسة جيدة وفاعلة تجاه الطاقة يجب أن نعرف كمية مصادر الطاقة ومدى ديمومتها واستمراريتها . والإجابة عن مثل هذه الأسئلة ليست سهلة لأنها تعتمد على التقنيات المستقبلية لاستخراج هذه المصادر ، وأسعار الطاقة ، ونمو الاستهلاك.

إن تقدير كميات الفحم أسهل من تقدير كميات النفط والغاز وذلك لكون حقول النفط والغاز موجودة في مناطق متباعدة وعلى أعماق تتراوح من مئات الكيلومترات إلى عدة كيلومترات ، ولا يمكن معرفة مكانها إلاّ بطرق استكشاف مكلفة جداً أن احتياطي الدول العربية من النفط كان **643.6** مليار برميل في عام **1998** ، وهذا يمثل أكثر من **63%** من الاحتياطي العالمي ، ومنه يمكن القول أن الدول العربية وخاصة دول الخليج العربي ستبقى المصدر الرئيسي لتمويل الطاقة في العالم.

أما بالنسبة إلى الغاز الطبيعي فالوضع مختلف ففي الوقت الحاضر بلغ احتياطي الدول العربية في عام **1998** ، ما مقداره **32708** مليار متر مكعب ، وهو ما يعادل **22%** من الاحتياطي العالمي.

إن إنتاج الدول العربية من إنتاج الطاقة الكلي في عام **1998** ، **30.6** مليون برميل مكافئ نفط يومياً ، وهو يمثل نسبة **17.6%** من مجموع الإنتاج العالمي وهذه النسبة ستزداد مع مرور الوقت ، وسيزداد الاعتماد العالمي على مصادر

الطاقة العربية ، حسب ما هو متوقع ، عند النظر إلى كمية الاحتياطات الضخمة الموجودة في المنطقة العربية من هذه المصادر.

استمرار توفر مصادر الطاقة:

إن وضع الطاقة في الوقت الحاضر يختلف عما كان عليه في العقدين الماضيين فانخفاض الأسعار ، وتوفر كميات كبيرة من الوقود في الأسواق أدّيا إلى الإسراف في استهلاك الطاقة ، وعدم الالتزام بترشيده ، وعدم البحث عن مصادر جديدة.

إن كمية الطاقة الموجودة في باطن الأرض محدودة ، ومن غير الممكن بقاؤها لفتر ة طويلة جداً ولكن تقدير فترة بقائها ليس سهلاً أيضاً فاحتياطي العالم من النفط ارتفع من **540** بليون برميل عام **1969** ميلادية إلى أكثر من **1000** مليار برميل في الوقت الحاضر وهذا الارتفاع في الاحتياطي لا يعني أنه غير محدود فلقد تم مسح مكامن الأرض بصورة مفصلة من قِبل شركات النفط واكتشفت الحقول السهلة والحقول ذات تكلفة الإنتاج القليلة وهنالك حقول صعبة تحتاج إلى حفر عميق أو ذات طبيعة استخراج صعبة جداً وتحتاج إلى مواد وجهود كبيرة وقسم منها يحتاج إلى طاقة وأحياناً تكون الطاقة اللازمة للاستخراج مساوية أو أكثر من الطاقة المستخرجة وفي هذه الحالات سيكون استخراج الطاقة بدون فائدة.

من الأرقام مهمة للغاية لمفيدة والمهمة جداً في هذا المجال نسبة الاحتياطي إلى المنتج فإذا تم تقسيم الاحتياطي المضمون في نهاية كل سنة على الإنتاج في تلك السنة فإن الناتج سيمثل طول عمر الاحتياطي وهذ ا الرقم سيدلّ على توفر

الطاقة في منطقة معينة من العالم فمثلاً لقد كان هذا الرقم في عام **1992** هو **10** أعوام لنفط غربي أوروبا ، و **25** عاماً لأمريكا الشمالية بينما كان أكثر من **100** عام لمنطقة الشرق الأوسط ويمتلك الشرق الأوسط أكثر من **60%** من احتياطي العالم من النفط ، وتمتلك المملكة العربية السعودية وحدها أكثر من **25%** من الاحتياطي ويختلف الأمر بالنسبة إلى الغاز الطبيعي فإن الاحتياطي الأكبر يقع في دول الاتحاد السوفيتي السابق إذ تحتوي هذه المنطقة على أكثر من **40%** من احتياطي العلم ، وتحتوي دول الأوبك على حوالي **40%** أيضاً من الغاز أما الباقي فإنه يتوزع على أنحاء مختلفة من العالم . وإن نسبة الاحتياطي إلى المنتج في الوقت الراهن بالنسبة إلى الغاز الطبيعي هي حوالي **65** عاماً.

أما بالنسبة إلى الفحم الحجري فإن الاحتياطي العالمي كبير وموزع على مناطق واسعة ومختلفة ويبلغ مقدار الاحتياطي إلى المنتج بالنسبة إلى الفحم أكثر من **200** عام ، ولكن كما نعلم فإن للفحم مساوئ كثيرة ، حتى وإن قورنت بالنفط والغاز وأهم هذه المساوئ هو انبعاث ثاني أكسيد الكربون وأكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين وبالرغم من إمكانية تحويل الفحم إلى سائل لغرض تقليل مشاكله البيئية فإن سعر كلفة التحويل سيمثل عقبة لكونه عالياً.

مما تقدم أعلاه يتبين أنه إذا كان هدفنا هو تقليل كمية الوقود التقليدي الذي يتم حرقه لغرض إطالة عمره ولتقليل المخاطر البيئية التي يسببها فإنه يتوجب علينا البحث عن مصادر جديدة غير ناضبة وصديقة للبيئة ، وتطوير كفاءتها ، وتقليل أسعار منظوماتها بناء انظمة الكهرباء الرئيسية و الاستغلال الامثل لمصادر الطاقة.

الباب الثانى

البترول

أصل النفط

نشأ النفط خلال العصور الجيولوجية القديمة من الصخور نتيجة تحول المواد العضوية فيها والغنية بالهيدروجين والكربون العضوي إلى نفط تحت تأثير ارتفاع درجات الحرارة الناتج عن عمليات الدفن المتواصل للطبقات الصخرية ومصدره في قاع البحر من الكائنات العضوية التي تسمى بالقشريات وهي كائنات صغيرة جداً.

ويتكون النفط من الهيدروكربونات، وهذه بدورها تتكون من مركبات عضوية تحتوي على الهيدروجين والكربون وبعض الأجزاء غير الكربونية مثل النيتروجين والكبريت والأكسجين، وبعض الكميات الضئيلة من الفلزات مثل الفاناديوم أو النيكل، ومثل هذه العناصر لا تتعدى 1% من تركيب النفط.

تعريف البترول:

هو هذا السائل المعدني المتواجد طبيعياً في باطن الأرض.

ويختلف لونه بين اللون البني الفاتح إلى اللون الأسود الداكن وهو ذو رائحة كبريتية مميزة ولقد اشتقت كلمة البترول **Petroleum** من كلمتين لاتينيين هما الزيت والصخر ولهذا يدعى بزيت الصخور أو الزيت الصخري أما كلمة نفط فهي عربية الأصل.

والبترول هو التسمية العامة لمزيج عدد هائل من المواد الكيميائية الطبيعية التي تعرف بالهيدروكربونات هذه المواد مركبه من تجمع ذرات الكربون وذرات الهيدروجين في جزيئات مختلفة الحجم والترتيب والنسبة.

أنواع البترول:

الفرع الأول: أنواع البترول:

يتباين ويختلف البترول في نوعه من بلد إلى آخر، وأحيانا في نفس الحقل يتواجد عدة أنواع، فالمنطقة الأوربية تختلف عن القارة الإفريقية، كما تختلف عن بترول الشرق الأوسط.

وهذا الاختلاف ينجم عنه تأثيرات متعددة على الاقتصاد من أهمها:

- التأثير على قيمة وسعر البترول.
- التأثير على الكلفة الإنتاجية للبترول.
- التأثير على عرض البترول.

الفرع الثاني: منتجات البترول:

البترول كمادة خام لا يمكن استعماله واستهلاكه إلا بعد تصفيته أو تكرره بتحويله إلى منتجات سلعية بترولية مختلفة، إذ يتضمن ويستخلص منه العديد من المنتجات البترولية المختلفة في طبيعتها أو شكلها أو قيمتها أو استعمالها فمنها

الخفيفة للتدليل على خفة وزنها وسرعة تطايرها، أو المتوسطة أو الثقيلة.

نفط صخري

النفط الصخري هو نوع من النفط الخفيف ويتم انتاجه من صخور تحتوي ترسبات مادة الكيروجين يتم تحويلها بالحرارة إلى سائل هيدروكربوني بديل للنفط الخام وتكلفة استخراجه أعلى ويختلف عن النفط الرملي أو الغاز الصخري والنفط الخام الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية حصلت ثورة ضخمة في انتاجه خاصة في ولاية تكساس الغنية بهذا النوع من النفط وقد صرح باراك أوباما في ديسمبر **2012** أن أمريكا ستتخطى المملكة العربية السعودية لتصبح أكبر منتج للنفط في العالم في **2017** بفضل النفط الصخري منظمة أوبك أجتمعت في ذات الشهر وعبرت عن قلقها من ارتفاع انتاج النفط الصخري الذي يهدد مستقبل الطلب على النفط الخام.

الاستخدام

قبل الحرب العالمية الثانية كان النفط الصخري يستخدم كوقود نقل وبعد ذلك كان يستخدم كمادة خام للأوساط الكيميائية والكيمياويات النقية والراتنجات الصناعية وكمادة حافظة لخشب السكك الحديدية واعتباراً من عام **2008** أصبح يستخدم في المقام الأول في التدفئة وباعتباره وقود بحري.

ورغم ذلك ينبرى من يدافع عن مستقبل اقتصاد بلاده وينفى وجود ما يسمى الزيت الصخرى رغم التعارف عليه مثل ما ذكره مقال عبدالله صالح القاضي تحت عنوان أمريكا وكذبة النفط الصخري وإليك ما قاله بلا تصرف منى.

في عام **2013** وصل سعر برميل النفط إلى **120** دولاراً، وأصبح الجالون من البنزين في بعض الولايات الأمريكية بـ**6** دولارات فقد افتعل الأمريكان حينها حملة إعلامية خبيثة وذكية في الوقت نفسه، فالجميع يعلم أنَّ الولايات المتحدة كانت تشتري في الأعوام الماضية جميعها، فوق احتياجها النفطي، ويتم تخزينه، وعندما وصلت الأسعار إلى سقف عال، قام الإعلام الأمريكي بتوجيه من الإدارة الأمريكية باختلاق كذبة اكتشاف النفط الصخري، وأنَّ الولايات المتحدة من الممكن أن تستغني عن شراء النفط من السوق العالمية.

النفط الصخري موجود منذ عبق التاريخ في أمريكا، ولكن السؤال لماذا تم استخراجه الآن؟ واكتشافه الآن فقط؟ إذا كان موجوداً كل هذه السنين، لماذا لم يتم استكشافه واستخراجه منذ **80** أو **100** عام؟.

الجواب بسيط، اللعبة التي قامت بها الولايات المتحدة تعتبر من أبجديات الاقتصاد، ألا وهي تحريك العرض والطلب في خدمة اقتصادهم ومبتغاهم.

فقد تم استخدام النفط الاحتياطي، واستخراج بعض من النفط الصخري عالي التكلفة، الذي يكلف أكثر من الشراء من السوق العالمية وتقليل الطلب الأمريكي على النفط، لينخفض سعر العرض تلقائياً وكرد فعل للصدمة التي تعرض لها سوق البترول العالمي هبط سعر البترول إلى **25** دولاراً فقط!

ولكن ما يثبت أنَّ كل ما حدث هو لعبة خبيثة، معاودة الأسعار للارتفاع وانخفاض الإنتاج الصخري إلى أقل من الربع خلال **2017** وارتفاع النفط إلى

حدود الـ70 دولارا حاليًّا.

وفي عام **2000** حيث إزداد استهلاك الطاقة في العالم إلى حوالي **1165** مليون طن ، على أساس إن الزيادة السنوية بمتوسط حسابي قدره **2ر65 %** ، وتتألف مساهمة النفط من الاستهلاك الإجمالي للطاقة في العالم بنسبة تتراوح ما بين **36 % – 40 %** حتى أواخر هذا العقد التاسع من القرن العشرين المنصرم.

على العموم ، يستخدم النفط في كافة المجالات المدنية والعسكرية حيث يستعمل في النقل البري والبحري والجوي للمركبات على اختلاف أشكالها وأنواعها والقطارات وفي البواخر والسفن والطائرات في الحياة المدنية العامة كما يستخدم كوقود في الأسلحة البرية والبحرية والجوية ، في الدبابات والمدرعات والقوارب والبوارج الحربية وفي الطائرات الحربية النفاثة والعادية ، إضافة إلى تصنيع الغازات السامة كنوع من الأسلحة العصرية الفتاكة .

ثانيا : الصناعة :

يشكل النفط احد أهم مصادر المواد الخام للصناعات المختلفة في أوقات السلم والحرب على حد سواء ، إذ يدخل في إنتاج حوالي **300** ألف منتج صناعي بشكل كامل أو جزئي ، في الصناعات الحربية والزراعية والصحية والنسيجية والكتابية والمنزلية وتعبيد الشوارع والطرقات وغيرها ، ومن أبرز هذه الصناعات : النابالم ، أل (تي . أن . تي) ، النايلون ، الدكرون ، الارلون ، مبيدات الحشرات ، الأسمدة الكيميائية ، صناعة المركبات ، الصحون ، خراطيم المياه ، مراهم التجميل، طاولات الحدائق ، أغطية الطاولات ، البرنيق ، الأزهار الصناعية ، السقوف ،

الستائر ، احمر الشفاه ، الكحل الحديث ، طلاء الأظافر ، الألبسة الداخلية ، الإسفنج الاصطناعي ، فرشاة الأسنان ، الشمع ، الأحواض ، الغاز المستخدم في المنازل ، حبر الطباعة ، الإسفلت ، الأفلام ... الخ .

إضافة إلى الصناعات السابقة ، هناك العديد من المواد البتروكيماوية التي يجرى تصنيعها من النفط : مثل الغازات التالية) : اثيلين ، ميثانول ، ايثانول ، بروبلين ، بنزين ، تولوين ، مخلوط الزايلين ، بارازالين ، اثلين كلايكول ، ستارين ، ميلامين ، فورمالدهيد ، فينول ، بولي اثيلين (م) ، بولي اثيلين (ع) ، بي في سي ، بولي ستارين ، الكيل بنزين ، ميثيل بوتيل الثلاثي ايثر ، بولي بروبلين ، بولي بول ، مثالك الهيدريد ، راتنجات الالكيد ، الياف بولي اميد ، الياف بولي استر ، راتنجات بولي ، استر غير مشبع ، راتنجات ثنائي اوكتيل ، راتنجات فورمالدهيد ، راتنجات بولي فلات فنيل ، وهي غازات ضرورية لمختلف الاستعمالات البشرية اليومية .

ثالثا : النفط كسلاح سياسي:

يمكن للدول المصدرة للنفط استخدام هذا المورد الاقتصادي كوسيلة للضغط السياسي والاقتصادي على أي دولة من الدول في منطقة أو اقليم جغرافي معين ، إلا إن هذا الاستخدام هو سلاح ذو حدين ، إذ انه يمكن استخدامه لتحقيق أهداف أو غايات محددة ضمن فترة زمنية محددة أو مفتوحة لأجل غير مسمى ، فمثلا استخدم العرب سلاح النفط عام 1973 كسلاح اقتصادي وسياسي ضد

الولايات المتحدة وهولندا لدعمهما السياسة الصهيونية العدوانية تجاه الوطن العربي وكان له مفعول قوي ، وعلى النقيض من ذلك ، استخدم سلاح النفط عام **1991** كعقاب ضد العراق اثر حرب الخليج الثانية من خلال منع بيع وتصدير النفط العراقي مما الحق أضرارا بالغة بالشعب العراقي من النواحي الاقتصادية والمعيشية الداخلية ، وجمد أو شل العلاقات العراقية الخارجية مع العديد من الدول العربية أو الأجنبية وبناء عليه ، فإن النفط سلاح متعدد الاستخدامات والأهداف كنعمة ونقمة في آن واحد ، يمكن إن يؤثر على الدولة المصدرة أو المستوردة على حد سواء ، ولكن بتبعات وآثار مختلفة ومن آن لآخر ومن دولة لأخرى .

رابعا: النفط كسلاح اقتصادي ومصدر ثروة:

يأتى من بيع عشرات ملايين براميل النفط أو آلاف الأطنان من مختلف المشتقات النفطية عائدات مالية وفيرة للدولة المصدرة تتباين من دولة لأخرى حسب كمية الإنتاج أو شكل المادة المباعة هل هي صلبة أو سائلة أو غازية ، وهل هي مادة خام أو مصنعة ، وتراوح سعر برميل النفط الخام في العقد التاسع من القرن الحالي ما بين **15 – 18** دولاراً ، بينما وصل أقصى سعر له حوالي **150** دولار ، ثم انخفض لحوالي **30** دولار ، ويتراوح الآن سعر برميل النفط ما بين **60 – 70** دولار بأسعار يونيو **2009** .

وبالنسبة للدول العربية يشكل النفط مصدر ثروتها الأساسي حيث تعادل صادرات النفط **25 %** من الناتج القومي للدول العربية النفطية وغير النفطية ،

وحوالي **80 %** من مجمل الصادرات . أما في الدول العربية النفطية فبطبيعة الحال تعتمد بأكثر من ذلك على النفط . وإن حاجة الدول الأوروبية والغربية عموما إلى النفط العربي من جهة وأهمية النفط للدول العربية كمصدر ثروة أساسي ، وللحصول على العملات الأجنبية من جهة أخرى ، هما الأساس لإمكانية أن يكون النفط جسراً للعلاقات بين الدول العربية وأوروبا ، وان كان تفتيت الموقف العربي وتجزئته حالياً يضعف ذلك.

وعلى كل الأحوال ، فان النفط العربي يبقى أحد أهم مصادر القوة العربية إقليمياً وعالمياً ،تبعاً لأساليب الضغط العربية السياسية والاقتصادية وتوفر الإرادة لذلك ، وقد لعب النفط العربي دوراً كان له عائده الايجابي فيما يتعلق بالقضية الفلسطينية في مؤتمرات الجمعية العامة للأمم المتحدة وفي دول عدم الانحياز وفي المؤتمرات الإسلامية والأفريقية عندما كانت تتوفر الإرادة السياسية حيال هذا الموضوع ، وكذلك إن بعض الدول النفطية تلجأ إلى استخدام النفط للتأثير على السياسة العامة لدولة أخرى حيال مسالة معينة كمبادلة النفط للحصول على خبرة تكنولوجية أو الحصول على معدات وآليات مدنية أو عسكرية من إحدى الدول الصناعية الغربية أو دول جنوب شرق آسيا

تاريخ النفط

تم حفر أول بئر للنفط في الصين في القرن الرابع الميلادي أو قبل ذلك وكان يتم

إحراق النفط لتبخير الماء المالح لإنتاج الملح وبحلول القرن العاشر، تم استخدام أنابيب الخيزران لتوصيل الأنابيب لمنابع المياه المالحة وفي القرن الثامن الميلادي، كان يتم رصف الطرق الجديدة في بغداد باستخدام القار، الذي كان يتم إحضاره من ترشحات النفط في هذه المنطقة في القرن التاسع الميلادي، بدأت حقول النفط في باكو، أذربيجان بإنتاج النفط بطريقة اقتصادية لأول مرة وكان يتم حفر هذه الحقول للحصول على النفط، وتم وصف ذلك بمعرفة الجغرافي المسعودي في القرن العاشر الميلادي، وأيضاً ماركو بولو في القرن الثالث عشر الميلادي، الذي وصف النفط الخارج من هذه الآبار بقوله أنها مثل حمولة مئات السفن .

ويبدأ التاريخ الحديث للنفط في عام **1853**، باكتشاف عملية تقطيره فقد تم تقطير النفط والحصول منه على الكيروسين بمعرفة إجناسى لوكاسفيز، وهو عالم بولندي وكان أول منجم نفط صخري يتم إنشاؤه في بوربكا، بالقرب من كروسنو جنوب بولندا، وفي العام التالي تم بناء أول معمل تكرير (الصحيح تقطير) في يولازوفايز وكان أيضاً عن طريق لوكاسفيز وانتشرت هذه الاكتشافات سريعاً في العالم، وقام ميرزوف ببناء أول معمل تقطير في روسيا في حقل النفط الطبيعي في باكو في عام **1861**.

وبدأت صناعة النفط الأمريكية باكتشاف إيدوين دريك للزيت في عام **1859**، بالقرب من تيتوسفيل – بنسلفانيا وكان نمو هذه الصناعة بطيء نوعاً ما في القرن الثامن عشر الميلادي وكانت محكومة بالمتطلبات المحدودة للكيروسين ومصابيح الزيت وأصبحت مسألة اهتمام قومية في بداية القرن العشرين عند اختراع محركات

الاحتراق الداخلية مما أدى إلى زيادة طلب الصناعة بصفة عامة على النفط وقد أستنفذ الاستهلاك المستمر الاكتشافات الأولى في أمريكا في بنسلفانيا وأونتاريو مما أدى إلى أزمة نفط في تكساس وأوكلاهوما وكاليفورنيا وبحلول عام **1910** تم اكتشاف حقول نفط كبيرة في كندا، جزر الهند الشرقية، إيران وفنزويلا، المكسيك، وتم تطويرهم لاستغلالها صناعياً.

وبالرغم من ذلك حتى في عام **1955** كان الفحم أشهر أنواع الوقود في العالم، وبدأ النفط يأخذ مكانته بعد ذلك وبعد أزمة الطاقة **1973** وأزمة الطاقة **1979** ركزت الحكومات على وسائل تغطية إمدادات الطاقة فلجأت بلاد مثل ألمانيا وفرنسا إلى إنتاج الطاقة الكهربية بواسطة المفاعلات النووية حتي أن **70%** من إنتاج الكهرباء في فرنسا أصبح من الفاعلات النووية كما أدت أزمة الطاقة إلى إلقاء الضوء على أن النفط مادة محدودة ويمكن أن تنفذ، على الأقل كمصدر طاقة اقتصادي وفي الوقت الحالي أكثر التوقعات الشائعة مفزعة من ناحية قلة الاحتياطي المخزون من النفط في العالم ويظل مستقبل البترول كوقود محل جدل وأفادت الأخبار في الولايات المتحدة عام **2004** أنه يوجد ما يعادل استخدام **40** سنة من النفط في باطن الأرض وقد يجادل البعض في ذلك لأن كمية النفط الموجودة محدودة ويوجد جدل آخر بأن التقنيات الحديثة ستستمر في إنتاج الهيدروكربونات الرخيصة وأن الأرض تحتوي على مقدار ضخم من النفط غير التقليدي مخزون على هيئة نفط رملي وحقول بيتومين، زيت طفلي وهذا سيسمح باستمرار استخدام النفط لفترة كبيرة من الزمن.

وحالياً فتقريباً **90%** من احتياجات السيارات للوقود يتم الوفاء بها عن طريق النفط ويشكل النفط تقريباً **40%** من الإستهلاك الكلي للطاقة في الولايات المتحدة، لكنه يشكل تقريبا **2%** فقط في توليد الكهرباء وقيمة النفط تكمن في إمكانية نقله، وكمية الطاقة الكبيرة الموجودة فيه، التي تكون مصدر لمعظم المركبات، وكمادة أساسية في لعديد من الصناعات الكيمياوية، مما يجعله من أهم السلع في العالم وكان الوصول للنفط سبباً في كثير من التشابكات العسكرية، بما فيها الحرب العالمية الثانية وحرب العراق وإيران وتقريبا **80%** من مخزون العالم للنفط يتواجد في الشرق الأوسط، وتقريبا **62.5%** منه في الخمس دول: المملكة العربية السعودية، الإمارات العربية المتحدة، العراق، الكويت، إيران بينما تمتلك أمريكا **3%** فقط.

والبدائل هي مصادر الطاقة المتجددة وهي موجودة بالفعل، وإن كانت نسبة هذا الاستبدال لا تزال صغيرة الشمس، وطاقة الرياح والمصادر المتجددة الأخرى تأثيراتها على البيئة أقل من النفط ويمكن لهذه المصادر استبدال النفط في الإستخدامات التي لا تتطلب كميات طاقة ضخمة، مثل تدفئة المساكن وأجهزة تكييف الهواء في البيوت واستخدام خلية الوقود التي تعمل بالهيدروجين لتحريك السيارات ويجب تصميم المعدات الأخرى لتعمل باستخدام الكهرباء المخزونة في البطاريات أو الهيدروجين عن طريق خلايا الوقود كما أن هناك خيارات أخرى تتضمن استخدام الوقود السائل الذي له أصل حيوي (إيثانول، الديزل الحيوي).

الباب الثالث

انتهاء عصر البترول

حذر تقرير صادر عن المجلس البريطاني لأبحاث الطاقة من بلوغ الإنتاج التقليدي للنفط أعلى مستوى ممكن له، وبدء انخفاضه بحلول عام **2020**وقالت دراسة صادرة عن المجلس إن هناك إجماعا عاما على أن عهد النفط زهيد الثمن يلفظ أنفاسه الأخيرة وتحذر الدراسة من أن معظم الحكومات بما فيها الحكومة البريطانية لا ينم عنها القلق حول نضوب النفط، كما أنها تشير إلى أن أكبر عشرة حقول للنفط في العالم قد أخذ إنتاجها في التناقص بالفعل وكما يشير هذا التقرير فإن هناك استقطابا حادا في الجدل حول الموضوع فهناك من يقول إن الإمدادات العالمية قد بلغت بالفعل ذروتها، وإن العالم غير مهيأ للتكيف مع الأزمة التي ستصيب اقتصادات العالم في السنوات المقبلة وعلى الجانب الآخر يقر البعض برفض شركات نفط وعدد كبير من المحللين فكرة نضوب هذه الإمدادات فقد حذر تقرير صادر عن المجلس البريطاني لأبحاث الطاقة من بلوغ الإنتاج التقليدي للنفط أعلى مستوى ممكن له، وبدء انخفاضه بحلول عام **2020** وقالت دراسة صادرة عن المجلس إن

هناك إجماعاً عاماً على أن عهد النفط زهيد الثمن يلفظ أنفاسه الأخيرة وتحذر الدراسة من أن معظم الحكومات بما فيها الحكومة البريطانية لا ينفك عنها القلق حول نضوب النفط كما أنها تشير إلى أن أكبر عشرة حقول للنفط في العالم قد أخذ

إنتاجها فى التناقص بالفعل كما يشير هذا التقرير ان هناك استقطاباً حاداً في الجدل حول الموضوع فهناك من يقول إن إمدادات العالم بلغت بالفعل ذروتها، وان العالم غير مهيأ للتكيف مع الأزمة التي ستصيب اقتصادات العالم في السنوات المقبلة

ويقر البعض برفض شركات نفط وعدد كبير من المحللين لفكرة نضوب هذه الإمدادات ويقر البحث بأن من الصعب تحديد من على صواب ومن على خطأ في هذا الجدل، حيث يفتقر العالم إلى مقياس دقيق يمكن به قياس نضوب النفط والمشكلة تنبع من التعريفات المتضاربة غير الموحدة، ومن عدم وجود جهة تدقيق للبيانات المجمعة في غالب الأحيان وما يتبع ذلك من عدم إمكانية الجزم بتوافر البيانات وتتفاقم المصاعب إلى أعلى درجاتها في المسائل التي هي على أكبر قدر من الأهمية، أي عند دراسة احتياطيات النفط في الدول الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للنفط أوبك إلا أن ذلك ينطبق أيضاً على المسائل الأساسية مثل عدم تحديد حجم إنتاج النفط لأي دولة في أي سنة ويضيف إن التضارب الحاصل يؤدي إلى احتدام الجدل حول مستوى نضوب النفط، ويخلق خطراً حقيقياً في الاعتماد على أي بيانات بعينها ويفسر التقرير بعض الصعوبة في تقدير المخزون المتبقي من النفط بأن الذين لديهم احتياطي منه غالباً ما يكونون غير راغبين في إعطاء معلومات يمكن أن تكون في غاية الحساسية تجارياً، لأن الدول والشركات معروفة بتمنعها الشديد فيما يتعلق بإنتاج النفط إلا أن التقرير يقول إن النفط سهل الإنتاج تم الحصول عليه بالفعل،وإن الاحتياطي الجديد ستتزايد صعوبة الحصول عليه واستخراجه من باطن الأرض، كما أنه لن يعوض حقول النفط الكبرى عند نضوبها وينبه التقرير إلى أنه قد تكون هناك حاجة بحلول عام **2030** لاستبدال ثلثي مصادر الطاقة الإنتاجية للنفط الخام لمجرد الحفاظ على مستوى ثابت من الإنتاج،وإن هذا سيخلق في أحسن الأحوال تحديات في غاية الشدة ولا يشمل

التقرير أبحاثاً جديدة وإنما مراجعة لبيانات متوافرة أصلاً إلا أن واضعيه يقولون إن الخطر الذي يمثـ له نضوب النفط في العالم يستحق اهتماماً أكبر مما توليه الآن مراكز الأبحاث وواضعو السياسات ويقولون إن معظم الأبحاث المتوافرة حاليا تركز على التهديدات السياسية والاقتصادية لأمن إمدادات النفط، ولا يقيم كما لا يدمج تلك المخاطر بخطر النضوب الحقيقي للنفط. ويجادلون بأن حصيلة ذلك أنه لم يتم حتى الآن إجراء تقييم ملائم لاحتمال حدوث النضوب أو تبعاته المختلفة ويعرب واضعو الدراسة عن دهشتهم من أنه رغم توافر الأدلة فإن الحكومة البريطانية نادرا ما تأتي على ذكر هذا الأمر في ما تصدره من نشرات رسمية وقبل حدوث الأزمة المالية العالمية، ذكرت مجموعة إينرجي ووتش الألمانية في تقرير حديث أنه من خلال الأرقام الرسمية المعلنة حول الاحتياطيات العالمية للنفط التي تصل إلى **1.255** جيجا برميل، فإن النفط سينضب بعد **42** عاما وذلك بحساب معدل الاستهلاك الحالي وذكرت أن مستوى الإنتاج العالمي للنفط يقدر بـ **84** مليون برميل يوميا في الوقت الحالي، إلا أن المجموعة تتوقع أن ينخفض هذا الإنتاج بمقدار النصف ليصل الإنتاج إلى مستوى **39** مليون برميل فقط بحلول عام **2030** كما توقعت مجموعة اقتصادية يابانية إمكانية نضوب الاحتياطي العالمي من النفط بعد **68** عاما نتيجة زيادة الصين والهند واقتصادات نامية أخرى استهلاك النفط ويقول اتحاد اليابان لتنمية البترول إن موعد نضوب النفط قل **11** عاماً مقارنة بالتوقعات قبل خمسة أعوام نتيجة ازدياد الاستهلاك العالمي **8.5** في المائة يذكر الاتحاد أيضاً أن هناك تأكيداً عالمياً بأن احتياطي النفط يقدر بـ **1.1** تريليون مليار برميل أو ما يعادل

37 عاماً من الاستهلاك وحتى عند إضافة احتياطيات النفط المتوقعة في الحقول التي لم تستخدم فإن النفط سينضب خلال 68 عاماً وعلى الرغم من التراجع في الطلب على النفط بسبب الأزمة الاقتصادية، إلا أن جميع المؤشرات تدل على أن استهلاك النفط سيزداد بشكل كبير في المستقبل، ومع أن الاستهلاك في الدول الغنية انخفض بنسبة 1 في المائة، كالولايات المتحدة التي انخفض فيها الاستهلاك بنسبة 0.1 في المائة، والاتحاد الأوروبي بنسبة 2.6 في المائة، بسبب ارتفاع الأسعار والضرائب والتوعية البيئية ومصادر الطاقة البديلة، إلا أن الاستهلاك ازداد بنسبة 4 في المائة في الدول النامية، لأن اقتصاد الدول النامية ينمو بشكل أسرع من الدول المتقدمة، فازداد الاستهلاك في الصين بنسبة 4.1 في المائة، وفي الهند بنسبة 6.7 في المائة، ومن المتوقع ازدياد الطلب على الطاقة بشكل هائل في السنوات القادمة في هذين العملاقين الآسيويين، وسيشكل نسبة 47 في المائة من نسبة زيادة الطلب في العالم حتى عام 2030م، وقد توقع تقرير خبراء منظمة إينرجي إنفورماشين أدمينستراشين التابعة للحكومة الأمريكية في وقت سابق، أن الطلب على النفط في الصين سينمو بنسبة 100 في المائة قبل عام 2030م، وقد شهدت الدول التي تدعم أسعار الوقود أكبر نسب زيادة في الاستهلاك، ومن أهمها دول الخليج، التي تشهد بالإضافة إلى انخفاض أسعار الوقود نهضة اقتصادية هائلة تتطلب طاقة كبيرة.. وهناك أصوات تؤكد أن رحلة النفط المعاصرة تقترب من خط النهاية، وأن العالم أصبح مهيئاً أكثر فأكثر للاستغناء عن الذهب الأسود، فهل يمر حقاً الآن أمام أعيننا مشهد غروب شمس النفط؟.

خبراء روس وداعاً لعصر النفط

هذا ما أكده مؤخراً جيرمان جريف رئيس سبيربنك أكبر المصارف الروسية بقوله: من الصائب القول إن العصر الحجري انتهى، ليس لأن الأحجار نفذت، ويمكن قول الأمر نفسه عن عصر النفط، فحين جلست في أول مرة في سيارة (**Tesla** الكهربائية) عرفت أن المستقبل قد حل قبل موعده.

وأوضح جريف أن الصين، أكبر مستهلك للنفط والغاز في العالم، سوف تزيد قوة محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالطاقة المتجددة، ما يسمح بالقول إن عصر النفط قد انتهى وبكين تسرع في تطوير مشاريع لمصادر الطاقة البديلة، حيث سترفع في السنوات المقبلة من قوة محطاتها لتوليد الكهرباء العاملة بالطاقة المتجددة إلى **560** جيجاواط، وهي أكثر، من ضعفي القوة الإجمالية في روسيا، وهي **235** جيجاواط.

ويجدر ذكر أن أحمد زكي يماني وزير النفط السعودي بين عامي (**1962 – 1986**) قد قال عبارات مشابهة في سبعينات القرن الماضي جاء فيها أن العصر الحجري لم ينتهي بسبب نقص الحجارة، وعصر النفط سوف ينتهي قبل أن ينتهي النفط.

ويؤكد خبراء وجود مخاوف حقيقية من أن نهاية عصر النفط آتية لا محالة، لكنهم يشددون على أنها لن تكون بسبب نقص الخام بل لأن البشرية لم تعد بحاجة إليه وفي ضوء كل ذلك يمكن القول أن النفط يعاني من أزمة حقيقية ومن وضع حرج

لأسباب عديدة أهمها الطفرة الهائلة في العلوم التي تمكن باضطراد من استعمال مصادر طاقة بديلة نظيفة ومتجددة، وسعي دول كبرى من بينها الولايات المتحدة إلى الاسراع في فك الارتباط بالنفط لأسباب سياسية.

وكان الرئيس الأمريكي باراك أوباما أعلن في حملته الانتخابية عام **2008** الحرب على الاعتماد الكلي على النفط، خاصة في مجال تشغيل السيارات، وقال في تصريح خاص بهذا الشأن: يجب علينا التخلص من ارتباطنا القاتل بمخلفات القرن التاسع عشر المكلفة التي ندفع مقابلها للموردين أموالاً ضخمة، على الرغم من أن العديد منهم لا يكن لنا إلا العداء السافر.

ويمكن القول إن وداع زمن رخاء النفط يقترب من الجميع بسرعة كبيرة جداً، وهو في كل الأحوال لن يكون مفاجأة إلا للذين فقدوا وعيهم طواعية واكتفوا بالاستلقاء على الأرائك الوثيرة من دون أن يقيموا أي وزن للزمن.

ويقول خبراء آخرون ان التنبؤ بانتهاء عصر النفط مثل الإعلان عن قرب نهاية العالم، تكرر مراراً ولم يتحقق.

هؤلاء يعززون موقفهم بالاستشهاد بنموذج نادي روما الفكري الذي أعلن في منتصف السبعينيات أنه يتعين انتظار نهاية عصر النفط بحلول عام **2000** ، ولم يتحقق ذلك، وبقي النفط كما هو يغطي تقريباً ثلث احتياجات الإنسان من الطاقة كما يذكّر أصحاب هذا الرأي أن التوقعات كانت ترجح أن تنضب آبار النفط قبل أكثر من عشر سنوات، لافتين إلى أن منتجي النفط والغاز الآن ومصنعيهما

يشغلهم الآن موضوع آخر هو انخفاض الطلب.

وتزعم بعض التقارير أن هناك احتياطيات مؤكدة من النفط في العالم، 2009 والغالب أنها غير حقيقية ظناً وذلك للحفاظ على استقرار سوف النغط العالمي فأمريكا وهى أكبر منتج للبترول لديها سعار شراء النفط وتخزينه وربيبتها إسرائيل فلماذا؟ ان لم يكن لديها مؤشرات تؤكد قرب نفاذه حيث أن أكبر مستهلك للنفط في العالم هو الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تستهلك وحدها نحو ربع الإنتاج العالمي المقدر بنحو 80 مليون برميل يومياً بذلك يستهلك 4% من سكان الأرض 25 % من إنتاج البترول العالمي وطبقاً لمنحنى الإنتاج الأمريكي حتى عام 2005، فقد تعدى قيمته المطلقة عام 1975 حيث وصل 5و9 مليون برميل يومياً، ويهبط منذ ذلك التاريخ تدريجياً حتى وصل إلى 4 – 5 مليون برميل يومياً عام 2005 ونستطيع القول أن أمريكا تعتمد على استيراد البترول بنسبة 75% لتكفي حاجتها البالغة 21 مليون برميل يومياً.

نضوب النفط الحقيقة والكذب[1]:

هل ينتهي عصر النفط رخيص التكلفة؟ بل ربما يكون السؤال الأكثر إلحاحاً في الوقت الحاضر هو: هل تصدق توقعات بعض خبراء النفط التي تؤكد أن العالم يوشك أن يواجه خطر نضوب موارده النفطية؟ منذ سنوات عدة، وتحديداً منذ

[1] نقلاً عن جريدة الخليج (2005)

أزمات النفط في السبعينات من القرن الماضي بدأ الحديث حول إمكانية تعرض موارد النفط للنضوب نتيجة النمو القوي في الطلب العالمي على النفط، شريان الحياة الاقتصادية والصناعية وبرزت نظرية نضوب النفط التي توصل لها الخبير الجيولوجي كينج هيوبرت إلى السطح في تلك الآونة وافتراضاته الخاصة بوصول إنتاج النفط العالمي إلى حدوده القصوى مهدداً بالتراجع بعد ذلك وصولاً إلى النفاد الكامل في نهاية المطاف.

وفجرت نظرية هيوبرت وافتراضاته منذ ذلك الوقت وإلى اليوم جدلاً واسعاً بين مؤيد للنظرية ومستبعد لإمكانية تحققها على ضوء انتقادات بأنها لم تأخذ في الاعتبار الاكتشافات الجديدة وموارد النفط غير التقليدية مثل الرمال والحقول العميقة التي يصعب استخراج البترول منها ويتطلب بالتالي تقنيات متقدمة واستثمارات مكلفة.

واليوم عادت القضية لتبرز على السطح مجدداً مثيرة للجدل نفسه بسبب الارتفاع الحاد والمستمر في أسعار النفط العالمية، الأمر الذي عزاه البعض إلى تراجع حاد في المعروض العالمي من البترول مما يحمل حسب رأيهم مؤشرات تؤكد صحة نظريات النضوب التي يذهب بعضها في التشاؤم إلى حد القول إن نفاد النفط سيكون واقعاً يعانيه العالم بحلول عام 2008، في حين يكتفي المتحفظ منها بتأكيد نضوب النفط في غضون 100 عام لكن المتتبع لواقع أداء قطاع النفط العالمي يمكنه أن يلمس وببساطة أن السبب وراء الارتفاع الحاد الأخير في الأسعار يرجع إلى النمو المستمر في الطلب العالمي على البترول الخام، خاصة من قبل اقتصادات

الصين والهند مع مواصلتهما النمو والتوسع بخطى قياسية منذ أعوام.

ومن الصحيح أن الاكتشافات الجديدة آخذة في التراجع حسب البيانات الحديثة، إلا أن ذلك لا يعني قرب نضوب موارد النفط وإنما يرجع لإحجام شركات النفط الكبرى عن توظيف المزيد من الاستثمارات في موارد النفط غير التقليدية باهظة التكاليف مثل الرمال النفطية في كندا ويميل الخبراء اليوم إلى القول إن الارتفاع في الأسعار من شأنه أن يشجع الشركات على زيادة استثماراتها في الموارد غير التقليدية مع تحسن مستوى الربح المتوقع بالنسبة لها.

بالإضافة إلى ذلك فهناك عوامل عدة تدعونا إلى التشكك في مثل هذه النظريات وليس أقلها التحذيرات التي انطلقت قبل **150** عاماً وتتردد بين الحين والآخر، منذ ذلك الوقت مهددة بنضوب وشيك لموارد العالم النفطية من دون أن يتحقق منها شيء على أرض الواقع.

ومن هذه العوامل استمرار انتاج النفط في الارتفاع في الأعوام الأخيرة من القرن الماضي، وارتفاع التقديرات العالمية لاحتياطي النفط بسرعة تفوق النمو الفعلي في استخراج النفط علاوة على ذلك فإن أسعار النفط بالرغم من نموها السريع في السنوات القليلة الماضية ما زالت تعتبر معتدلة وتقل أيضاً عن مستوياتها خلال أزمات النفط التي عرفها العالم وذلك بعد تعديل الأسعار حسب التضخم والقوة الشرائية.

وتوضح لنا البيانات الحديثة أن نفط العالم لم ينضب بعد وهو كذلك ليس فى

طريقه للنضوب في وقت قريب بفضل التقنيات المتقدمة التي أسهمت في زيادة إمكانية استخراجه، وارتفاع الأسعار الذي سيعمل على تشجيع الشركات لترفع استثماراتها بصورة أكبر في الأعوام المقبلة وتشير الدلائل بالفعل الى إقبال العديد من شركات النفط العالمية الكبرى على زيادة استثماراتها في الموارد غير التقليدية للبترول في مختلف أنحاء العالم.

وأكد الخبير الجيولوجي دافيد ديمنج الاستاذ في جامعة أوكلاهوما في دراسة نشرها المركز الوطني للتحليل السياسي (ان سي بي ايه) أن عصر النفط لم ينقض بعد ولن ينقضي كذلك في وقت قريب واستند في رأيه إلى عدد من الحقائق أهمها تقديرات المركز الأمريكي للأبحاث الجيولوجية الخاصة باحتياطيات النفط العالمية التي قدرت في عام **2000** حجم احتياطيات العالم من البترول بنحو **3** آلاف مليار برميل وقال ديمنج إن هناك بالإضافة إلى ذلك الموارد غير التقليدية ومنها الرمال النفطية التي من شأنها أن تضيف إلى موارد العالم نحو **600** مليار برميل من النفط.

وأكد ديمنج في دراسته على أن موارد النفط غير التقليدية وحدها من الممكن أن تضيف إلى احتياطيات العالم ما يزيد على **14** مليار برميل، أي ما يعادل ويغطي المعروض النفطي للعالم لمدة **500** عام قياساً على مستويات الإنتاج عام **2000**.

إن هذا الجدل بطبيعة الحال يستحق أن يتوقف المرء عنده محاولاً فهم الحقيقة فالنفط شريان حياة العالم واقتصاداته ونضوبه سيكون تهديداً حقيقياً للإنسانية بشكل عام وبين الآراء المتباينة نجد أن هناك إجماعاً بين خبراء الاقتصاد والجيولوجيا على أن النفط يعد من الموارد غير المستدامة، أي أنه عرضة للنضوب شأنه شأن

غيره من الموارد الطبيعية ، لكن السؤال هنا متى يمكن أن ينضب النفط؟ وهل سيواجه العالم هذا الواقع في وقت قريب أم بعد **500** عام؟ وهنا تحديداً يتركز التناقض بين المتفائل والمتشائم وعلى الرغم من أن الدلائل كافة ترجح كفة الافتراضات الأكثر تفاؤلاً، إلا أن هذا لا يعني أبداً تجاهل التحذيرات، وإن لم نصدقها، فالنفط سينضب في نهاية المطاف مما يعني ضرورة مواجهة هذا الواقع بتقنين الاستهلاك من جهة وبالعمل أيضاً على تطوير مصادر بديلة فعلينا الاستعداد لما بعد نضوب البترول.

كثرت الكتب والدراسات مؤخراً التي تناولت مسألة نضوب النفط في العالم معظم هذه الدراسات كانت متشائمة جداً ، وقليلة هي تلك التي أعطت صورة متفائلة فالواقع أن التقدم المادي الذي وصل إليه العالم اليوم كان ولايزال مرتبطاً بالنفط الذي أحدث ثورة هائلة في الصناعات وفي كافة الجوانب المادية للحياة حتى أنك لو أخذت تتأمل لوهلة عدم وجود النفط كمصدر للطاقة ، ماذا سيحدث؟ ستجد أن كل جوانب الحياة تقريبا توقفت فمعظم جوانبها تعتمد على هذا النفط ، من كهرباء ، إلى مواصلات ، إلى اتصالات...الخ فماذا سيحدث لو اختفى هذا النفط؟؟

هنا يبدأ الناس فى التفكير حول مسألة نضوب النفط ، هل هي حقيقة أم خيال؟؟

ولو كانت حقيقة ، هل من بديل للنفط؟

ولو لم يكن هناك بديل ، ماذا سيحدث؟

ولو ولو ولو...وستكثر الأسئلة القلقة!

عن جريدة الخليج

هل ينتهي البترول منتصف القرن؟

قبل أقل من عقدين من الزمن كان العلماء والمختصون يخشون كثيرا نفاد النفط في العالم وكانوا قد وضعوا سيناريوهات يتنبأون من خلالها بأن العالم سيشهد زوال أو انتهاء النفط بحلول منتصف القرن الواحد والعشرين وأقول إن النظرة لمستقبل البترول لم تتغير، فقد كان المقصود بمضمون العبارة السابقة لما يسمى حاليا البترول التقليدي وهو الذي يمد العالم اليوم بما يقارب **90** في المائة من الاستهلاك العالمي وبطبيعة الحال فإنتاج البترول من مسام الصخور لا يتوقف بل ينخفض إلى مستوى يصبح إنتاجه غير اقتصادي وهذا الافتراض لا يزال قائما حتى يومنا هذا ونحن نتحدث هنا عن التقليدي الرخيص، أو ذي التكلفة المعتدلة فمن المحتمل أن يصل الإنتاج من هذا النوع في منتصف القرن إلى مستويات متدنية جداً ويكون قد تحول ما بقي منه إلى غير تقليدي، من حيث كمية الإنتاج الضئيلة وارتفاع التكلفة وتقدير احتياطي التقليدي حاليا، إذا استثنينا إضافتي فنزويلا وكندا الأخيرتين من غير التقليدي وهو ما يقارب **400** مليار برميل، فالباقي لا يتجاوز ترليون برميل.

فيا ترى، ما الذي تغير منذ ظهور التنبؤ بقرب نضوب التقليدي عند منتصف القرن؟ طبعا أضافوا إلى التقليدي احتياطي الموجودات البترولية غير التقليدية التي لم

نكن نتحدث عنها في الماضي وهذا أعطى انطباعاً بوجود كميات هائلة منه وبأن عمر البترول طويل، ربما مئات السنين، وليس بضعة عقود وهو صحيح **100** في المائة، ولا غبار عليه فما الذي إذا حدث؟ كما أسلفنا، كان الحديث حول البترول التقليدي الرخيص ولكننا خلال السنوات الأخيرة، وبعد ظهور بوادر شح في إنتاج المصادر التقليدية التفتنا إلى المصادر البترولية غير التقليدية وبدأنا بالبترول الصخري الأمريكي والرملي الكندي لأن إنتاجهما أقرب من حيث التكلفة إلى التقليدي وهناك البترول الثقيل الذي توجد نسبة كبيرة منه في فنزويلا والصخر البترولي، وهو غير البترول الصخري والأول يوجد فوق سطح الأرض، كما هي الحال بالنسبة للرمل البترولي إضافة إلى كميات كبيرة من البترول توجد في البحار العميقة والمناطق المتجمدة، وتصنف مع غير التقليدي لارتفاع التكلفة وصعوبة إنتاجها ويقدر احتياطي غير التقليدي بما يزيد على ثلاثة إلى أربعة ترليونات برميل .

وكان معروفاً وجودها لدى المتخصصين منذ سنوات طويلة، ولا نعتبرها اكتشافاً جديداً وهذه الكميات الهائلة تؤكد بقاء البترول لعقود طويلة، ولكن ليس بالصفة التي بين أيدينا اليوم فعندما ينتهي البترول التقليدي الذي وصفوه بالرخيص، سوف تتغير الصورة كليا ونتوقع أن يحدث التغيير الجوهري قبل منتصف القرن فمن معطيات إنتاج أنواع غير التقليدي نستطيع أن نتنبأ بأمرين: الأول، ارتفاع معدل تكلفة الإنتاج بوجه عام، وهي الحالة التي يتميز بها إنتاج البترول غير التقليدي والثاني، احتمال حدوث شح كبير في الإنتاج العالمي وهذه أيضاً من طبيعة إنتاج غير التقليدي المتمثلة في قلة المحصول أو بمعنى آخر، من المستبعد أن يستطيع

إنتاج غير التقليدي تعويض النقص المتواصل من إنتاج التقليدي وسينتج عن ذلك الوضع نقص حاد في إمدادات البترول قبل عام **2050**.

ومن المؤكد أن أسعار البترول لن تظل عند مستواها الحالي طويلاً، فهذا لا يتناسب مع طبيعة الأمور وسترتفع إلى مستوى يسمح للبترول الصخري في أمريكا الشمالية بأن يستعيد مكانته التصاعدية ويتهيأ رمل البترول الكندي للنمو هو الآخر وتبقى مصادر الصخري خارج أمريكا تنتظر وصول السعر إلى **130** دولاراً للبرميل فما فوق ليصبح إنتاجه ذا جدوى اقتصادية.

والآن، وقد تحدثنا عن أنواع النفط وكمياتها التقديرية، نود أن نغير من الفهم القديم لمستقبل إنتاج البترول إلى وضع أكثر واقعية وأقرب إلى المنطق فعلى الرغم من وجود هذه الكميات الهائلة من البترول، بصرف النظر عن مستوى التكلفة لأي نوعٍ، فالعالم سوف يجد نفسه مضطراً لقبول انخفاض كبير في إمدادات البترول وارتفاعاً كبيراً في الأسعار قبل نهاية العقود الثلاثة المقبلة وهناك عاملان قد يكون لهما تأثير مميز في استهلاك مشتقات البترول خلال العقود المقبلة، وهما تحول معظم وسائل النقل إلى الكهرباء متى ما أمكن تحقيق ذلك، والتوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة ونحن نعلم أن توليد الكهرباء إذا لم يكن من الطاقة المتجددة فسوف يستهلك مشتقات البترول ورغم ذلك فسيظل البترول مصدراً مهماً للطاقة ولقيام صناعة البتروكيماويات، ومن المستحيل أن يختفي من حياة البشر خلال المستقبل المنظور.

نقلاً عن صحيفة الاقتصادية

مستقبل النفط

نظرية قمة هوبرت، وتعرف أيضاً بإسم قمة نفط، وهي محل خلاف فيما يخص الإنتاج والإستهلاك طويل المدى للنفط وأنواع الوقود الأحفورية الأخرى وتفترض أن مخزون النفط غير متجدد وتتوقع أن إنتاج النفط مستقبلاً في العالم سوف يصل حتماً إلى قمة ثم ينحدر بعدها لاستمرار استنفاذ مخزون النفط وهناك كثير من الجدل حول ما إذا كان الإنتاج أو بيانات الاكتشاف السابقة يمكن أن تستخدم في توقع القمة المستقبلية.

ويمكن اعتبار الموضوع ذو قيمة بالنظر للعالم ككل فقد لاحظ إم. كينج هوبرت أن الاكتشافات في الولايات المتحدة وصلت القمة في الثلاثينيات من القرن العشرين، لذا فقد توقع وصول الإنتاج إلى قمته في السبعينيات من القرن العشرين واتضح أن توقعاته صحيحة، وبعد وصول الولايات المتحدة لقمة الإنتاج في عام **1971** بدأت في فقدان السعة الإنتاجية ثم جاءت أزمة النفط عام **1973** م ومنذ هذا الوقت وصلت مناطق عديدة لقممها الإنتاجية، فمثلاً وصل بحر الشمال في التسعينيات من القرن العشرين الى قمته الانتاجيه وقد أكدت الصين أن **2** من أكبر مناطق الإنتاج لديها بدأت في الانحدار، كما أعلنت الشركة القومية لإنتاج النفط بالمكسيك أن حقل كانتاريل يتوقع أن يصل لقمة إنتاجه عام **2006**، ثم يكون معدل انحداره **14%** سنويا.

ولأسباب عديدة يمكن أن يكون عدم الوضوح والصدق في الإبلاغ عن المخزون الحقيقي في العالم يجعل من الصعب توقع قمة النفط في أي منطقة فى العالم بناء على

بيانات الإنتاج المتاحة وعموماً فإن هذه المعلومات المتوقعة كانت قبل الارتداد في الإنتاج الذي حدث في بداية الثمانينيات من القرن العشرين وما تبعه من تقليل الاستهلاك العالمي، وهو التأثير الذي يمكن أن يكون السبب في تأخر قمة النفط التى كانت متوقعة ويوجد توقع جديد بمعرفة جولدمان ساكس بحلول قمة النفط عام **2007**، وبعدها بوقت ما للغاز الطبيعي.

وأحد المؤشرات هو النقص الكبير في مشاريع الزيت الجديدة منذ عام **2005** التي تفترض أن يبدأ الإنتاج عام **2008** وما بعدها وحيث أن مشروع بترولي جديد يتطلب أكثر من **4–6** سنوات حتى بدء الإنتاج للسوق، فإنه من المستبعد أن يتم تعويض هذا النقص.

معدل انخفاض إحتياطي البترول في البلاد المختلفة ابتداء من عام **2004** على أساس إنتاج عالم **80** مليون برميل يومياً.

الباب الرابع

مصادر بديلة للبترول

هناك مصادر نظيفة للطاقة يمكن استخدامها كوقود بديل ومنها:

- الطاقة الشمسية.
- طاقة الرياح.
- طاقة المد والجزر.
- الطاقة المستمدة من حرارة الأرض الجوفية.
- خلايا الطاقة.
- الطاقة المستدامة
- الطاقة المتجددة
- هضم لاهوائي
- وقود حيوي
- كتلة حيوية الطاقة الحرارية الأرضية
- الطاقة الكهرومائية
- الطاقة الشمسية
- طاقة المد والجزر
- طاقة الأمواج
- طاقة الرياح.

بدأت بعض المناطق فى زراعة أنواع معينة من النباتات خصيصاً لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة وأيضاً اللفت،

في أوروبا وقصب السكر في البرازيل. وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا.

أيضا يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب والسماد، وقشر الارز، وتحلُل نفايات المنازل ونفايات الورش والمصانع ، ومخلفات الأغذية ، التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق ميكروبات ذات الهضم اللاهوائي.

الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود يتم تصنيفها على عدة أنواع، مثل النفايات الحيوانية والخشبية والعشبية، كما أن الكتلة الحيوية ليس لها تأثير مباشر على قيمتها بوصفها مصدر للطاقة.

من الماء

عدس الماء

ويعتبر من أكثر النباتات فائدة وجدوى اقتصادية فبعد عقود من الاعتقاد بأن نبات عدس الماء من الأعشاب الضارة التي يجب التخلص منها، اكتشف الباحثون أنه يمكن أن يكون مصدراً للوقود الحيوي النظيف وبكميات كبيرة نظراً لما يتميز به من سرعة نمو وما يم يز هذا النبات، الذي يسمى أيضاً غذاء البط، أنه لا يحتاج إلى أراض زراعية ويمكن إنتاج الوقود الحيوي منه بطريقة صديقة للبيئة، فهو يتكاثر بسرعة كبيرة خلال وقت قصير جداً على أسطح البرك وأحواض تربية الأسماك.

ويوضح عالم الأحياء كلاوس أبينروت، الذي يبحث بمجال عدسيات الماء منذ **35** عاماً بجامعة فريدريش شيلر بمدينة يينا الألمانية، أنه استطاع جعل جرام واحد من هذا النبات ينمو بالمختبر في ظروف مثالية لينتج منه عشرين جراماً خلال سبعة أيام، وهو أمر يكاد يكون مستحيلاً مع نباتات أخرى، وفق أبينروت ويميز علماء النبات بين **37** نوعاً مختلفا ضمن عائلات عدسيات الماء، وأسرعها نمواً على الإطلاق نوع اسمه وولفيا ميكروسكوبيا تعود أصوله إلى قارة آسيا، حيث يتضاعف كل ثلاثين ساعة تقريباً.

ويحتوي عدس الماء على الكثير من النشا، الذي يعتبر بدوره مادة أساسية لإنتاج الوقود الحيوي مثل الإيثانول، كما بالإمكان أيضا زيادة محتوى النشا في عدس الماء.

الطحالب البحرية

استطاع عدد من الباحثين في النرويج الحصول على **79%** من النفط الحيوي من عشب البحر، وفي نفس السياق عمد باحثون آخرون لتحويل هذه الأعشاب إلى نفط حيوي ولكنهم لم يتمكنوا من الحصول على عائد أكبر من **20 %** فما هو السر في تغير نسبة الوقود الحيوي في الطحالب؟

يعتبر البحر المصدر الرئيسي للثروات في النرويج سواء كان ذلك من سمك القد أو مزارع تربية الأسماك والزيوت المستخرجة منها.

يأمل أحد الباحثين في النرويج من إضافة الطحالب البحرية إلى هذه القائمة كوسيلة أساسية لانتاج الوقود الحيوي منها حيث تحدث خان–كوانج تران البروفسور والأستاذ المشارك في قسم الطاقة وهندسة العمليات عن هذه العملية بقوله ما نحاول القيام به هو تقليد العمليات الطبيعية لإنتاج النفط. حيث أنه يتم إنتاج زيت البترول بشكل طبيعي على نطاق الزمن الجيولوجي يمكننا أن نفعل ذلك في غضون دقائق.

أجرى تران عدة دراسات أولية باستخدام الأعشاب السكرية والتي تنمو بشكل طبيعي على طول الشاطئ النرويجي. ونشرت نتائج هذه الدراسات في المجلة الأكاديمية لبحوث الطحالب.

استخدم تران في مختبره أنابيب الاختبار الشعرية والمشابهة لعيدان القش الرفيعة كمفاعلات، حيث عمد إلى ملء المفاعل بالطين الناتج عن سحق الطحالب وخلطها مع الماء ثم تسخينه إلى الدرجة **350** درجة مئوية بسرعة تعادل **585** درجة مئوية في الدقيقة الواحدة. سميت هذه التقنية بالتسيل الهيدروحراري السريع وعند الانتهاء من التجربة وجد أن نسبة تحول هذا الطين (عشبة البحر) إلى النفط الحيوي وصلت إلى **79%**. على الرغم من أن هناك دراسة مماثلة في المملكة المتحدة على نفس نوع عشبة البحر حققت عائداً لم يتجاوز **19%** وفسر تران هذه النتيجة بأن السر يكمن في التسخين السريع.

من النباتات (أهم النباتات المستخدمة لإنتاج الوقود الحيوي:-

من أشهرها الذرة وقصب السكر لإنتاج الإيثانول، والمحاصيل الزيتية مثل نخيل الزيت والجاتروفا والزان الهندي (البونجاميا) لإنتاج زيت الديزل الحيوي كما تظهر أبحاث الوقود الحيوي أن هناك العديد من النباتات التي يمكن زراعتها والاستفادة منها في إنتاج الوقود الحيوي ولا تحتاج لكثير من الماء أو للمساحات المخصصة لإنتاج المحاصيل الغذائية ومنها الأعشاب البرية التي تنمو في أمريكا وتستخدم حالياً كعلف للحيوان بالإضافة إلى نبات الصفصاف والقنب.

بدأت بعض المناطق بزراعة أنواع معينة من النباتات خصيصا لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي ، منها الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة وأيضا اللفت، في أوروبا وقصب السكر في البرازيل وزيت النخيل في جنوب شرق آسيا وأيضا يتم الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التى يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب والسماد، وقشر الأرز، والمجاري، وتحلُل النفايات، ومخلفات الأغذية، التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق الهضم اللاهوائي.

كما يختلف استخراج الوقود الحيوى حسب الأبحاث التى تقوم بها الدول فنجد اختلافاً فى المصدر الذى يستخرج منه الوقود بين دولة وأخرى فلا يستخرج فى جميع الدول من مصدر واحد فتستخدم البرازيل قصب السكر لإنتاج وقود الإيثانول كوقود حيوي، ويعود تاريخ ذلك إلى سنة **1970**وتعتبر البرازيل رائدة في مجال صناعة الطاقة الحيوية والاقتصاد الأول في العالم في إنتاج الطاقة الحيوية وقد

صنفت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة الوقود المنتج من قصب السكر البرازيلي على أنه وقود حيوي متطور وذلك في سنة 2010 ، ووفقًا لهذه الوكالة فإن هذا الوقود خفف من دورة حياة الغازات الدفيئة بنسبة 61% وهذه النسبة تتضمن الآثار المباشرة والغير مباشرة لاستخدام الأراضي في إنتاج الوقود الحيوي ويرتكز نجاح واستدامة إنتاج وقود الإيثانول الحيوي البرازيلي عن طريق قصب السكر على استخدام أكثر الوسائل كفاءة في تقنيات زراعة قصب السكر في العالم، حيث يتم استخدام معدات متطورة وقصب سكر رخيص كمادة أولية، كما تستخدم بقايات قصب السكر لإنتاج الحرارة والطاقة مما ينتج عنه وقود ذو سعر تنافسي وانتاج عالى الطاقة والذي يتراوح من 8.3 كقيمة متوسطة إلى 10.2 كقيمة لأفضل إنتاج .

الجاتروفا في الهند وأفريقيا وكمبوديا :

أما فى الهند وأفريقيا وكمبوديا فيمكن استخدام محاصيل مثل الجاتروفا لإنتاج الديزل الحيوي وتزدهر هذه المحاصيل على الأراضي الزراعية الهامشية، حيث لا تنمو العديد من المحاصيل الزراعية، أو قد تكون ذات إنتاجية متدنية وتوفر زراعة الجاتروفا فوائد للمجتمعات المحلية فهي تتطلب أيدي عاملة كثيفة لالتقاط الثمار، وتتطلب حوالي شخص واحد لكل هكتار مما يوفر فرص عمل في أجزاء من المناطق الريفية، حيث توفر حوالي 200,000 فرصة عمل في أنحاء العالم من خلال الجاتروفا وعلاوة على ذلك؛ غالبا ما تجد القرويون يزرعون المحاصيل الأخرى في ظلال هذه الأشجار إضافة إلى تجنب مجتمعاتهم استيراد الديزل المكلف ووجود

فائض للتصدير.

الجاتروفا في المكسيك:

الجاتروفا من نباتات المكسيك وأمريكا الوسطى أصلاً، ومن المرجح أنها نقلت إلى الهند وأفريقيا في حوالي سنة 1500 بواسطة لبحارة البرتغاليين بسبب اقتناعهم بأن لها استخدامات طبية وفي سنة 2008، ومع الإقرار بالحاجة إلى تنويع مصادر الطاقة والتقليل من الانبعاثات الحرارية، تم تمرير قانون في المكسيك لدفع تطوير الوقود الحيوي بما لا يهدد الأمن الغذائي، وحددت وزارة الزراعة نحو 2,600,000 هكتار من الأراضي ذات قدرة عالية على إنتاج الجاتروفا فمثلاً شبه جزيرة يوكاتان، بالإضافة إلى كونها منطقة منتجة للذرة فإنها تحتوي على مزارع السيزال المهجورة، فإن زراعة الجاتروفا لإنتاج وقود الديزل الحيوي لن تحل محل إنتاج المواد الغذائية. البونجاميا الريشية في أستراليا والهند :

تعتبر البونجاميا الريشية بقوليات وتتواجد في أستراليا والهند وولاية فلوريدا الأمريكية ومعظم المناطق المدارية ويجري استثمارها في شمال أستراليا كبديل للجاتروفا، حيث تعتبر الجاتروفا عشب سام ويجري حالياً تسويق هذا النبات من قبل شركة طاقة الباسفيك المتجددة كمصدر لإنتاج الديزل الحيوي، حيث يجري استبدال محركات الديزل التقليدية بمحركات عاملة على الديزل الحيوي من الجيل الأول أو الثاني. كما يوجد حاليا العديد من المزارع في الهند ومزارع جديدة في أستراليا في مناطق متنوعة مثل الشرق الساحلية جنوب ولاية كوينزلاند إلى روما، بولاية كوينزلاند، والشواطئ الجنوبية لكوينزلاند.

السورجم الحلو في الهند:

يتغلب السورجم الحلو على العديد من أوجه القصور في محاصيل الوقود الحيوي الأخرى فتستخدم فقط سيقانه لإنتاج الوقود الحيوي، بينما يتم حفظ بذوره لتغذية الماشية أو الغذاء وبالتالي لا يؤدي إلى ارتفاع الطلب في السوق العالمية على المواد الغذائية، وبالتالي لا يوجد له تأثير يذكر على أسعار المواد الغذائية والأمن الغذائي ويزرع السورجم الرفيع الحلو في الأراضي الجافة التي لها قدرة قليلة على الحفاظ على الكربون لذلك لا يتم أخذ الاعتبارات الناجمة عن المخاوف من إزالة الغابات المطيرة السورغم الحلو أسهل وأرخص محاصيل الوقود الحيوي الأخرى في الهند ولا يتطلب عمليات ري، وهو عامل مهم في المناطق الجافة تزرع الآن بعض أصناف السورغم الحلو الرفيع الهندية في أوغندا لإنتاج الإيثانول.

6 -**الكاملينا والجاتروفا**: الكاملينا والجانروفا هما من مصادر الوقود التي يمكن العثور عليها في جميع أنحاء العالم، ويعتبر الوقود المنتج من هاتين النبتتين أعلى أنواع الوقود الحيوي جودةً، ويمكن زراعتهما في المناطق الجافة للغاية. وتوفّر نباتات الكاملينا والجانروفا الكثير من الخيارات التي لا توفّرها المواد الأولية الأخرى.

7- **بذور اللفت**: يعرف زيت بذور اللفت باسم زيت الكانولا، واللفت ينتشر بشكل واسع في جميع أنحاء كندا والولايات المتحدة، وبذور اللفت رخيصة الثمن وتنتج منها محروقات أنظف بكثير من البترول. غير أنّ السؤال المطروح: هل من الممكن إنتاج ما يكفي لتلبية احتياجاتنا؟ فإنتاج كمية كبيرة من هذا الوقود يحتاج إلى مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية على الرغم من أنّ اللفت نبات مناسب

للمنتجات الخاصة مثل وقود الديزل الحيوي ووقود الطائرات.

زيت جوز الهند :

ويضم أحماض دهنية مشبعة وحمض اللوريك، حامض ميريستيتش ، حمض البالمتيك ، حمض دهني، وحمض الأوليك وحمض لينوليك حمض الفا لينوليك ويمكن الحصول منه على وقود نظيف وآمن.

المخلفات الزراعية كبدائل طبيعية للطاقة

يعمل الباحثون والعلماء على تعظيم الاستفادة من المخلفات الزراعية بتحويلها إلى علف للحيوان باتباع العديد من أساليب المعالجة البيولوجية والميكانيكية، للتغلب على المشاكل المرتبطة بالتركيبات الفيزيائية والكيميائية لتلك المخلفات أو تحويلها إلى سماد عضوي أو لإنتاج الغاز الحيوي أو غير ذلك من استخدامات، بدلاً من التخلص منها بالطرق التقليدية الضارة بالبيئة وذلك في إطار السعي لحل مشكلة التلوث وتعتمد التكنولوجيا الجديدة على تجميع المخلفات الزراعية واستخدامها كوسيط لإنبات حبوب الشعير التي تتميز بارتفاع قيمتها الغذائية بمحتواها من البروتين وانخفاض تكاليف إنتاجها وقلة احتياجها للمياه وسهولة زراعتها

وترتكز الفكرة على الاستفادة من قدرة المخلفات الزراعية على الاحتفاظ بالماء

بما يسمح بنمو البادرات في دورة إنبات سريعة تستغرق من سبعة إلى عشرة أيام، يمكن بعدها استخدام الوسط بالكامل بما يحويه من سيليلوز وجذور وبادرات خضراء كعلف جيد للحيوان، حيث تؤدي هذه الطريقة إلى رفع القيمة الغذائية لمخلفات قش الأرز وتبن القمح وحطب الذرة عن طريق استخدامها كمرقد لإنبات حبوب الشعير، وذلك عن طريق إعداد وحدات 3 × 2 × 3 أمتار على شكل صوبة أو تعريشة أو حجرة وتعمل الوحدة بأسلوب استغلال المساحات الرأسية، حيث لا يزيد احتياجها للماء على 2 % من مثيله للزراعة العادية، فضلاً عن عدم تأثرها بالتغيرات الجوية خارجها وتحتاج الوحدة إلى عامل واحد لتشغيلها، وهو ما يجعلها اقتصادية أيضاً في تكاليف العمالة وتبلغ قدرة الوحدة الإنتاجية 200 كيلوجرام للدورة الواحدة من الأعلاف ذات المحتوى من البروتين الخام يصل إلى أكثر من 12%، والمحتوى العالي من الطاقة

البيوماس ويسمى أيضاً بالكتلة الحيوية، وهذا النوع من الوقود استخدم لمدة طويلة، ويعد الأقدم في الاستخدام، كما أن استخدامه لا زال قائماً في الدول النامية، ومن الأمثلة عليه الأخشاب، وورق قشر الشوفان والبندق وغيرها.

المحاصيل البرية :

وهي محاصيل فعالة لإنتاج الوقود الحيوي، وقادرة على تخفيف أضرار غازات الاحتباس بقدرة تنافس قدرات المحاصيل التقليدية للوقود الحيوي.

وتمتاز منظومات التتابع النباتي الفطري على بقية محاصيل الوقود الحيوي بميزة كبيرة،هي أنها منتجة رغم القيود التقليدية للتربة والمناخ في أراض الهوامش وهذا

يعني أن الأراضي الهامشية يمكن أن تكون بديلاً ممكنًا لحقول المحاصيل الخصبة في إنتاج الوقود الحيوي؛ مما سيكون مفيدًا للغاية، نظرا إلى ندرة الموارد الأرضية ولاستكشاف التأثير الإقليمي لدراستهم، استخدم جيلفاند ورفاقه مقاربةً حسابية لتحديد الأراضي الهامشية الصالحة لإنتاج الوقود الحيوي عبر عشر ولايات في الغرب الأوسط الأمريكي وتحديدًا، استخدموا معلومات من قاعدة بيانات جغرافية في نموذج بيولوجي جيولوجي كيميائي لتقييم تأثيرات التربة والمناخ على حصيلة الوقود الحيوي.

وأحد القيود على إنتاج الوقود الحيوي هو الحاجة إلى تقليل الطاقة المستهلكة في جمع ونقل المحصول لأقصى حد ممكن وقد بيّن جيلفاند وزملاؤه أنه نظرا إلى توزيع الأراضي الهامشية في الغرب الأوسط من الولايات المتحدة، فإن الإنتاج المثالي للوقود الحيوي سيتحقق إذا كانت الكتلة الحيوية قد جُمعت من منطقة، قطرها ثمانون كيلومترا، تتمركز حول مصافي التكرير وقد تُنتج استراتيجية إنتاج مثل هذه حوالي 21 مليار لتر إيثانول سنويًّا من 11 مليون هكتار من الأراضي الهامشية وهذا يعادل حوالي 25% من الهدف الذي يستوجبه برنامج الكتلة الحيوية الذي وضعته إدارة الطاقة بالولايات المتحدة لإنتاج الوقود الحيوي من السليلوز بحلول 2022 الوقود الحيوي السليولوزي هو ذلك الوقود المنتج من السليولوز الخشبي، وهو مكوّنٌ رئيس بالخشب والأعشاب يعادل ذلك وقودًا أحفوريًّا متوقعاً، ينتج نحو 40 تيراجراما من حصص ثاني أكسيد الكربون سنويًّا تيراجرام هي 1210جرامات أو مليون طن ما يكافئ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من 10 ملايين سيارة

متوسطة الحجم، كل منها تقطع 20 ألف كيلومتر سنوياً.

إذن، هل سيكون الوقود الحيوي المنتج من التعاقب النباتي الفطري للمحاصيل أمرا طيبا؟ قد لا يكون الأمر كذلك فدراسة جيلفاند وزملائه لا تجيب بوضوح على السؤال حول إمكان استخدام جميع الأراضي الهامشية الملائمة لإنتاج الوقود الحيوي،دون الإضرار بالتنوع البيولوجي والبيئة وإضافة إلى ذلك فالأرض غير المزروعة اليوم قد نكون بحاجة إليها في المستقبل للإنتاج الزراعي؛ تلبية لاحتياجات العدد المتزايد لسكان العالم.

تفل الزيتون:

طور باحثون نمساويون طريقة لإنتاج الوقود الحيوي من نفايات الزيتون بعد استخراج الزيت منه، والتي تعرف باسم تفل الزيتون، مما سيساهم في حال نجاح التجربة وانتشارها في تقليص انبعاث ثاني أكسيد الكربون الناجم عن إحراق الوقود الحيوي، وتشجيع زراعة الزيتون.

ويسعى الباحثون من جامعة فيينا للتكنولوجيا في النمسا إلى تحويل بقايا الزيتون – أي الكتلة الحيوية للزيتون– إلى غاز، وهم يأملون باستخدام الطريقة الجديدة في النمسا ودول أوروبية أخرى في تشغيل المولدات الكهربائية وتوليد الكهرباء.

لكن المشكلة المطروحة هي شراء الكتل الحيوية التي تغذي هذه المحطات بسعر يجعلها قادرة على التنافس في السوق مع غيرها من مصادر الطاقة المتجددة

الأخرى وطاقة الوقود الأحفوري.

أعضاء الفريق المكلف باستكشاف الطاقة المحتمل أن يوفرها ثفل الزيتون، على بقايا الزيتون ذات اللون الداكن اسم الزبرجد الزيتوني، ويوضح أنها العنصر المغذي لمحطات إنتاج الغاز.

ويرى مولر أن استخدام مخلفات الزيتون يعني أن الزيتون يستغل تقريبا بالكامل، مشيراً إلى أن ثفل الزيتون بعد عصره لا يزال يحتوي على نسبة كبيرة من الطاقة.

وقود من البن:

ابتكر متخصصون من جامعة مدينة بات البريطانية طريقة جديدة للحصول علي وقود حيوي من النفايات الناجمة من معاملة البن، الأمر الذي يجعل في رأي هؤلاء المتخصصين اكبر مصدري البن يتحولون إلي منتجين للوقود علي المستوي العالمي يعتمدون في استخراج الوقود من مسحوق البن علي إشباعه بمذيب عضوي ثم تعرض المادة الناتجة لعدد من التفاعلات الكيمائية التبادلية حتي يتم استخراج الوقود الحيوي.

وحسبما نشر بموقع روسيا اليوم فإن الباحثين أجروا تجاربهم علي البن المأخوذ من 30 منطقة جغرافية مختلفة الأمر الذي لم يؤثر علي نتيجة التجارب.

ويساوي ناتج استخراج الوقود 20% من وزن البن وبناء علي معطيات الخبراء يساوي إنتاج البن في العالم 8 مليارات كيلو جرام سنوياً أي أن الكمية التي يمكن

الحصول عليها من الوقود الحيوي هي 1.6 مليار لتر.

الجدير ذكره هو أن شركة جينكو البريطانية العاملة في مجال الطاقة عدلت محرك سيارة فولكسفاجن بيتل عام 2020 ليتغذي بالميثان المستخرج من الفضلات البشرية .

الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الإحفوري والوقود النووي.

الخث

هذا الوقود عبارة عن مواد نباتية متحللة بشكل جزئي ومتوفرة بصورة كبيرة في المناقع، وبعد استخراج هذه المواد يتم تجفيفها ثم تحرق لإنتاج الطاقة، وتستخدم في تدفئة المنازل بصورة رئيسية.

دفع ارتفاع أسعار الوقود وتغيّر المناخ العالمي بعض الباحثين إلى العمل على استكشاف مصادر أخرى غير النفط للحصول على الوقود، وتعتبر المواد العضوية واحدة من هذه المصادر. تحتوي النباتات كالذرة وفول الصويا على خلاصات الوقود التي يمكن تحويلها إلى الإيتانول أو وقود الديزل الحيوي .

الخروع كمصدر للوقود

أكدت دراسة علمية حديثة، أن شجر الخروع الذي تتم زراعته في الأراضي الصحراوية، يمكن أن يوفر بديلاً طبيعياً للنفط، بعيداً عن استخدام المحاصيل الزراعية في إنتاج الوقود الحيوي، بما يمثله ذلك من تهديد خطير للأمن الغذائي العالمي وقد بدأت بعض الدول تهتم بزراعة هذه الشجرة وتسعى لتوسيع الرقعة الزراعية منها، من أجل تصدير هذا الوقود البيولوجي لدول العالم كبديل حيوي للبترول ومن أكثر هذه الدول اهتماماً الهند والبرازيل، حيث تقومان بتصديره لبعض الدول مثل ألمانيا التي قامت بالفعل بخطوات على طريق الاستغناء عن البترول وكان لقدماء المصريين السبق حين استخدموا زيت الخروع في إنارة القناديل فى البيوت والمعابد منذ **4000** سنة، حيث كانوا يطحنون ويعصرون بذور الخروع للحصول على زيتها حيث تحتوي **60 – 40%** زيت

وتقول الدراسة أن الزيت الخاص بشجرة الخروع، التي تزرع بأبسط الوسائل، يشتق منه مادة البايونيز وهي مكون أساسى بخام البترول ومن مميزات تلك الشجرة أنها محصول سريع النمو، ففي خلال ثمانية أشهر تكون إنتاجاً، وتطرح مرتين في العام، كما أن إنتاجية الشجرة عالية مقارنة بغيرها، ونسبة استخراج الزيت من البذرة تصل إلى **40 – 60 %** كما ذُكر، بالإضافة إلى أن النبات يمكن زراعته في الأراضي الصحراوية ويتحمل الظروف البيئية القاسية، كما يمكن ريه بمياه الصرف الصحي ولا يحتاج النبات إلى أي نوع من الخدمة الزراعية أو الأسمدة أو المبيدات لعدم إصابته بآفات مهلكة، وهو محصول اقتصادي عالي القيمة بدون أي تكلفة

تُذكر ويساعد النبات أيضاً في تثبيت الكثبان الرملية لمنع زحفها بفعل الرياح، وخفض عوامل تعرية التربة المنحدرة بسبب الأمطار الغزيرة والسيول.

ويعدّ الزيت المستخرج من النبات وقوداً بديلاً نظيفاً وصديقاً للبيئة، يقلل من انبعاث المواد السامة والضارة، فيقل إنتاج ثاني أكسيد الكربون بنحو **75 %**، أي أقل من انبعاث ديزل البترول و**50%** من نسبة أول أكسيد الكربون، كما أن النبات خال من الكبريت تقريباً وبالتالي يعتبر صديقاً للبيئة كما يستخدم في إنتاج حمض سباًسك المستخدم حالياً في تشحيم الآلات الدقيقة والمحركات النفاثة للطائرات والصواريخ.

ويستخدم زيت الخروع أيضاً في صناعة البطاريات الجافة لمنع الرطوبة مما يطيل مدة استخدامها وتخزينها لفترة طويلة، كما يستخدم في كثير من الصناعات الأخرى وتستخدم سيقان الخروع كمصدر للسيليلوز لعمل ورق الكرافت والألواح الجدارية، كما يمكن الحصول على سماد نيتروجيني من مخلفات العصر الغنية بالمركّبات النيتروجينية

من المخلفات

- مخلّفات الورق:يمكن اعتبار الورق المعاد تدويره ونشارة الخشب، من المصادر المحتملة للوقود الحيوي، ويعتقد الباحثون أنّ مخلّفات صناعة الورق يمكن تحويلها لإنتاج الوقود الحيوي. مع ذلك فتحويل العديد من هذه المواد إلى وقود يواجه

مشاكل ممّا يجعل الكلفة عالية. وبالتالي فإنّ فرصة استخدام مخلّفات الورق كوقود حيوي محدودة.

مراحل صناعة الوقود الحيوي شهدت صناعة الوقود الحيوي تطورات كبيرة منذ مطلع القرن الحالي، حيث استخدمت سابقًا بعض المنتجات الزراعية، كالذرة وقصب السكر وغيرها لإنتاج الوقود الذي استخدم لتشغيل محركات بعض وسائل النقل وقد لاقى هذا النوع من الوقود دعما قويا نظرا لكونه وقودًا متجددًا ويمكن أن يكون بديلًا عن الوقود الأحفوري، كما أنّه نظيف وأقل تلويثًا للبيئة غير أنّ هذه المميزات الإيجابية كانت على حساب غذاء الإنسان وطعامه، ما أدى إلى تطوير الجيل الثاني من مفاعلات الوقود الحيوي التي ستعمل على إنتاج وقود يمكن استعماله بشكل مباشر في المحركات أو خلطه مع الوقود الأحفوري وقد لقيت هذه التقنية دعما كبيرا من عدد من الشركات العالمية والجهات المهتمة بالطاقة.

وقود من بقايا زيت المطابخ :

منذ بضع سنوات تجرى دراسات وأبحاث علمية مكثفة لاستخراج هذا النوع الجديد من الطاقة الذي يشار اليه أحياناً بوقود المطابخ لاستخدامه بديلاً من المحروقات التقليدية كقوة دافعة للمحركات وعمد بعض خبراء البترول الأمريكيين للترويج له بوسائل شتى، تحت ضغط الشركات المهتمة بتصنيعه ان **300** مليون جالون (كل جالون يساوي **3,79** لتر) من هذه الزيوت المستعملة تنتجها المطابخ

الأمريكية سنوياً، أي اكثر من بليون لتر ويكفي ان تمزج هذه الزيوت مع مادة الميثانول، وهو نوع من الكحول، لتصبح جاهزة للاستهلاك.

قشر الروبيان :

لم يعد الروبيان من المقبلات التي تتصدر قائمة الأطعمة الفاخرة فقط، بل أصبح مصدراً من مصادر الوقود الحيوي .

وطور العلماء في الصين مادة محفزة كيميائية من قشور الروبيان يمكن تحويلها إلى وقود ديزل حيوي رخيص وصديق للبيئة ولاحظ الباحث كسن شنج زينج وزملاؤه أن العالم المتعطش للطاقة والقلق بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري يعلق آمالاً كبيرة على وقود متجدّد كوقود الديزل وقال العلماء مؤخراً إن هذا الوقود يقلل إلى أقصى حد إنتاج النفايات والتلوث، ويحمي الطبيعة.

مواد جديدة

تظهر أبحاث الوقود الحيوي أن هناك العديد من النباتات التي يمكن زراعتها والاستفادة منها في إنتاج الوقود الحيوي هي كثيرة ولاتحتاج لكثير من الماء أو للمساحات المخصصة لانتاج المحاصيل الغذائية ومنها الأعشاب البرية التي تنمو في القارة الأمريكية سويتش وتستخدم حالياً كعلف للحيوان بالإضافة إلى نبات الصفصاف والقنب وتشير تلك الأبحاث كذلك إلى أن تلك النباتات تشكل مصدر

نظيف ورخيص للطاقة ويمكن أن تغطي حصة كبيرة حتى من احتياجات الطاقة العالمية ويمكن الاستفادة من عدة نباتات مثل سويتش في انتاج وقود نظيف ورخيص ورخيص كما يوجد محصول جديد يتم استخدامه هو جاتروفا وهو نبات استوائي مرن غني بالزيوت يمكن زراعته في الأراضي البور ويستخدم كسماد للتربة ويستخدم زيته في الهند لتشغيل سيارات الديزل والتوربينات ومؤخرا تصدر نبات الجاتروفا العناوين لأنه يتجنب الجدل الأكبر المحيط بالوقود الحيوي وهو النقاش الأخلاقي حول اختيار استخدام المصادر الزراعية للوقود في حين يجوع الملايين عبر الكوكب الثابت.

-الدهون الحيوانية:من الممكن تحويل بقايا الدهون من المنتجات الغذائية الحيوانية إلى زيت واستخدامه كوقود للسيارات والشاحنات، غير أنّ عملية جمع الدهون من مكبات المخلفات أو مطاعم الوجبات السريعة ليست سهلة، وهذا يجعل ترتيب الدهون الحيوانية في أسفل قائمة أنواع الوقود الحيوي.

وقود حيوي سلبى الكربون

تتدفق الفضلات الخضراء بهدوء في شبكتها المعقدة من الأنابيب في الصحراء الأسبانية، وتمتص أشعة الشمس وثاني أكسيد الكربون المنبعث من مصنع قريب، فيزداد حجمها سريعاً ويقشد العمال كل يوم بعضاً من هذه الفضلات لتحويلها إلى بترول .

في واقع الأمر ليس هذا بتر ولًا عاديًّا؛ فهو ينتمي لفئة سحرية من الوقود سلبي

الكربون يستخلص الكربون من الهواء ويحبسه نهائيًّا إن الفكرة الأساسية بسيطة إلى حدّ ما تزرع النباتات وفي هذه الحالة، الطحالب التي تمتص ثاني أكسيد الكربون بشكل طبيعي من الهواء وبعد أن تستخرج منها البترول، سيتبقى لديك فضلات غنية بالكربون وهذه الفضلات هي مفتاح الوصول إلى الكربون السلبي هذا الوقود سلبي الكربون ليس خدعة، بل يمكن أن يكون الحل قصير المدى الأكثر واقعية الذي نملكه لكبح تغير المناخ.

خلايا شمسية رخيصة وعالية الكفاءة

طور فريق بحث كندي تقنيتين جديدتين من شأنهما إحداث تحول كلي في مستقبل خلايا الطاقة الشمسية علميا وتجاريا وقد قاد الفريق البروفيسور بنويت مارسن أستاذ الكيمياء بجامعة كيبك بمونتريال، وتمكن من حل مشكلتين كانتا تعرقلان على مدى العقدين الماضيين تطوير خلايا شمسية ذات كفاءة ومعقولة الكلفة ونشر ت حصيلة أبحاثه مؤخراً بدوريتين علميتين هما مجلة الجمعية الكيميائية الأميركية (JACS) ومجلة نيتشر/كيمياء ومعلوم أن الأرض تتلقى من الطاقة الشمسية في ساعة واحدة ما يفوق استهلاك الكوكب الإجمالي في سنة كاملة ورغم هذه الإمكانات الهائلة، فإنه قليلا ما تستغل هذه الطاقة الشمسية فالكهرباء التي تنتجها الخلايا الشمسية التقليدية المكونة من أشباه الموصلات مثل السليكون، أغلى بخمسة أو ستة أضعاف من مصادر الطاقة التقليدية الأخرى كالوقود الأحفوري (الفحم والنفط) أو الطاقة الهيدروليكية وعلى مدار سنين حاولت فرق

بحثي عديدة تطوير خلايا شمسية فعالة في إنتاج الطاقة ورخيصة الكلفة والإنتاج.

وكانت إحدى أكثر الخلايا الشمسية فى أوائل التسعينيات من القرن الماضي من تصميم البروفيسور مايكل جرايتزل من مدرسة البوليتكنيك الاتحادية بمدينة لوزان السويسرية، وصممت على أساس مبدأ التمثيل الضوئي،وهي عملية بيوكيميائية يحول النبات بواسطتها الطاقة الضوئية إلى كربوهيدرات، أي سكر لغذائه.

وتكونت خلية جرايتزل الشمسية من طبقة مسامية من جسيمات صبغة بيضاء متناهية الصغر، وثاني أكسيد التيتانيوم المغطى بصبغة جزيئية صناعية تمتص ضوء الشمس كصبغة الكلوروفيل الموجود ة فى أوراق النبات الخضراء ويغمر ثاني أكسيد التيتانيوم المغلف بالصبغة في محلول موصل للكهرباء، وأخيراً في محفز بلاتيني للتفاعل الكيميائي.

الطباخ الشمسي

عبارة عن جهاز يستخدم ضوء الشمس في الطهو والتجفيف والبسترة وتنقسم أنواعه إلى ثلاث: صناديق تحبس الحرارة ومواقد مكثفات منحنية (بارابولاكس) ومواقد مسطحة على شكل ألواح وأبسط الأنواع هوالصناديق الحابسة للحرارة – وتم إنشاء أول جهاز بواسطة حورس دي سوسير في عام **1767**وتتكون صناديق الطهى الحابسة للحرارة بشكل أساسي من وعاء معزول وغطاء شفاف ويمكن استخدامه بشكل فعال في الظروف الجوية السيئة؛ حيث ترتفع درجة حرارته بشكل كبير لتصل إلى ما يتراوح بين **90** و**150** درجة مئوية أما بالنسبة لمواقد الطهى

المسطحة على شكل ألواح، فإنها تتكون من لوح عاكس لتوجيه أشعة الشمس إلى الوعاء المعزول، وينتج عنها درجة حرارة مرتفعة تصل إلى درجات مشابهة لتلك التي تصل إليها صناديق الطهو الحابسة للحرارة أما المواقد المكثفات المنحنية (بارابولاكس)، فيحتوي على أدوات ذات أشكال هندسية عديدة طبق ووعاء ومرايا التي تعمل على تجميع أشعة الشمس وتركيزها على وعاء الطهى.

من الهواء

الطحالب الهوائية

وتشمل الطحالب التي تعيش بعيداً عن مصادر المياه الطحالب في هذه البيئة إما أن تكون فوقية تنمو على أوراق النباتات الراقية أو على لحاء الأشجار أو على اسطح بعض الحيوانات والبعض منها يتواجد على الصخور والحجارة وتغطى أنواع الطحالب في هذه البيئة بمادة هلامية سميكة تحميها من عوامل الجفاف والطحالب الهوائية تضم كل من الطحالب الخضراء ، والخضراء المزرقة ، والعصوية .

محاصيل الطاقة

يستخدم هذا المصطلح للدلالة على بعض الأنواع الزراعية أو الحشائش التي تزرع بغرض استعمالها لإنتاج الطاقة مثل. يمكن تقسيم محاصيل الطاقة إلى ثلاثة أقسام:

المحاصيل التي تستخدم لإنتاج الإيثانول الحيوي: مثل الذرة و قصب السكر، بالإضافة إلى إمكانية تحضير الإيثانول من أي مركب عضوي.

المحاصيل التي تستخدم لإنتاج الديزل الحيوي: مثل فول الصويا السلجم والكاميلينا.

المحاصيل التي تستخدم لإنتاج الطاقة الحرارية عن طريق الحرق: من أمثلة هذه النباتات الثمام العصوي ولحية الرجل والحشيشة الفضية. كذلك يمكن استخدام بقايا المحاصيل أو الأخشاب.

أهم المواد العضوية المستخدمة في أنتاج البيوجاز

مخلفات آدمية :مثل : القمامة – أغذية تالفة – المجارى – وغيرها

مخلفات حيوانية :مثل : روث الماشية والأغنام – سبلة الدواجن والأرانب – وغيرها

مخلفات نباتية :مثل : أحطاب وقش الأرز – عروش الخضر – أوراق وفروع الفاكهة – وغيرها

مخلفات صناعية :مثل : مخلفات مصانع السكر والعصير – منتجات الألبان وحفظ الأغذية – وغيرها

مخلفات مائية :مثل : الحشائش الطافية – ومنها (ورد النيل) – وغيرها

أزمة الغذاء العالمي ومصادر الطاقة

شاهد عام **2008** ارتفاعا كبيرا في اسعار المواد الغذائية، مما تسبب في أن بعض الناس في بعض الدول الفقيرة اصابتهم جائحة الجوع، حتى أنها أدت إلى سقوط الوزارة في تاهيتي وزاد عدد الناس في العالم الذين يتعرضون للجوع وقلة الغذاء حتى وصل عددهم إلى **963** مليون نسمة خلال عام **2008**.

وترجع تلك الأزمة إلى زيادة انتاج محاصيل الطاقة الحيوية من ضمنها مساحات كبيرة جدا تزرع في الولايات المتحدة و أوروبا و البرازيل للنباتات زيتية و قصب السكر يمكن استخدام منتجاتها لتشغيل السيارات والحافلات ،انتاج الطاقة . بذلك قلت محاصيل المواد الغذائية في العالم وارتفعت أسعارها بحيث لم تكن في متناول الكثيرين من فقراء أفريقيا وأسيا.

تحاول برنامج الغذاء العالمي على لفت نظر الحكومات و المستثمرين الذين يجنون أرباحا من محاصيل الطاقة الحيوية التي تنتج غذاء إلى ضرورة الاهتمام أولا بالإنسان وغذائه ، وألا يكون السباق وراء الوقود الحيوي وما يأتي به من أرباح عاملا على ضياع فئات بشرية وفنائها.

تلوث المياه الجوفية

يهتم الاتحاد الأوروبي بظاهرة سلبية لتحضير غاز وقود من بعض المحاصيل والمخلفات الحيوية في بعض مناطق أوروبا بسبب تزايد نسبة النترات في المياه الجوفية في بعض تلك المناطق وصل تركيز النترات في المياه الجوفية إلى نحو **90** مليجرام /لتر ، وهي كمية مقاربة لضعف الكمية التي حددها الاتحاد الأوروبي لتركيز

تلك المادة وتقدر بـ **50** مليجرام/لتر فقط تلك مناطق زراعية وتربى فيها الماشية ، وبها معامل لإنتاج الغاز الحيوي بذلك تتكاثر كمية النترات في الحقول بسبب استخدام الفلاحين للأسمدة الصناعية ، بالإضافة إلى التسميد بمخلفات الحيوان ، وتتراكم عليها نترات قادمة من النفايات المتخلفة عن انتاج الغاز الحيوي.

لا يستطيع النبات امتصاص كل تلك النترات المتراكمة في الأرض ، يستغل النبات جزء منها ، ويتسرب أغلبها إلى المياه الجوفية ، مما يتسبب في وجود نسبة نترات كبيرة في مياه الشرب.

في جسم الإنسان يتحول النترات إلى نتريت وهي مادة تعتبر من مسببات أمراض السرطان النتريت يتحول في جسم الإنسان إلي نتروأمين الضارة لخلايا الجسم.

حدود تركيز النترات في المياه يبلغ **50** مليجرام لكل لتر ، وترى المجموعة المتخصصة بالإتحاد الأوروبي في ضرورة خفض ذلك الحد إلى **25** مليجرام / لتر.

أفضل 10 مصادر للوقود

أوضح تروي رونج، مدير مبادرة الطاقة الحيوية بولاية ويسكونسن الأمريكية، أن كل مصدر له إيجابيات وسلبيات وقد تكون بعض أنواع الوقود الحيوي التي توفر المزيد من الفوائد على المدى الطويل مكلفة للغاية للحصول عليها وقد لا تكون الأنواع الأخرى التي تنتج بالفعل قادرة على تلبية احتياجات الطاقة لدينا وقد تسببت صعوبات مثل التنافس على الأرض، وارتفاع تكاليف تقنيات المعالجة

والتطوير في تباطؤ بعض الموارد فى العثور على مكان في السوق كذلك وتصنيف هذه الاحتمالات المختلفة يعتمد على مجموعة متنوعة من الجوانب مثل العوامل الاقتصادية، ومدى تطور تقنيات إنتاج الوقود، وكمية المواد التي يمكن استخدامها، وعدة عوامل أخرى، ووفقاً لرونج فجميع مصادر الوقود الحيوي لديها إمكانيات، وعندما تستخدم في تركيبة معينة فيمكن أن تقطع شوطاً طويلاً نحو تلبية احتياجاتنا من الطاقة في العقود القادمة لكن أفضلها فى الاستخدام ما يايلى-:

1- **السليلوز** في الولايات المتحدة وحدها يمكن حصاد نحو 13 مليار طن من مادة السليلوز لاستخدامها كوقود حيوي ويعتبر السليلوز أساساً من الألياف، ويمكن العثور عليه في الأشجار مثل شجر الحور الهجين والصفصاف والمواد الناتجة من الصناعات الأخرى، مثل سيقان الذرة بعد الحصاد، يمكن أن تستخدم للحصول على وقود السليلوز وفي حين أن هناك بعض الجدل حول تخصيص الأراضي لزراعة المحاصيل خصيصاً للحصول على الوقود، إلا أن الكمية الهائلة من مادة السليلوز لا تزال تجعله مصدراً هائلاً للوقود الحيوي ومع توافر كميات كبيرة من هذه المادة، فلماذا لا يتم إنتاج الوقود الحيوي من السليلوز وإغراق السوق به؟ ولأن السليلوز يتواجد بشكل وفير، فيمكن إعادة إنتاجه واستخلاصه باستمرار، ويعد واحدا من أنظف المحروقات

2- **وقود الطحالب** :لأن الطحالب تنمو في الماء، فإنها تتغلب على واحدة من المشاكل الرئيسية التي تواجهها أنواع الوقود الحيوي الأخرى وهي التنافس على الأرض مع المحاصيل الزراعية وبعض الأشكال الشائعة من الطحالب هي الأعشاب

البحرية وزبد البرك، التي لا تعتبر نباتات حقيقية ولكنها تقوم بعملية التمثيل الضوئي ويمكن للطحالب تخزين ما يصل إلى 50% من وزن أجسامها من الدهون، وتنتظر تحويلها إلى غاز لإنتاج الإيثانول وتنمو بسرعة مذهلة، لذلك تعتبر من المحاصيل التي تستطيع تلبية المطالب العالية للطاقة على المدى الطويل

3- **الذرة** :تعتبر الذرة من أكبر مصادر الوقود الحيوي في الوقت الراهن، ولكنها تحتاج إلى مجهود كبير ويعتبر الإيثانول المستخرج من الذرة هو أكثر استدامة من البترول، ولكنها كانت محوراً للمناقشات حول استخدام المحاصيل الزراعية للحصول على الوقود

4- **فول الصويا** :كان فول الصويا وقود حيوي شائع لعدة سنوات حتى الآن، وفي عملية تسمى بالتقطير العابر فإن المنتجين يقومون بعصر الزيت من البذور واستخدامه في منتجات مثل وقود الديزل الحيوي ووقود الطائرات وكما هو الحال مع الكثير من المحاصيل الزراعية، فهناك جدل حول المدى الذي يمكن عنده الاستفادة من فول الصويا، حيث يعتبر المحاصيل مثل فول الصويا بمثابة طعام لكثير من الناس، ويتردد الباحثون في الاعتماد على المحاصيل الغذائية التقليدية بشكل كبير كمصادر للوقود.

5- **قصب السكر** :في عالم إنتاج الوقود الحيوي اليوم، فإن قصب السكر يعتبر هو المصدر الثاني الأكثر استخداماً على نطاق واسع بعد الذرة، لكن هذا الترتيب قد يتغير في العقد القادم وينمو قصب السكر بوفرة في الأجزاء الحارة من العالم، وقد ساعد بلدان مثل البرازيل على أن تصبح ذات مصادر طاقة مستقلة والإيثانول

المستخرج من قصب السكر ليس مناسبا لاستخدامه كوقود في السيارات لأنه يمكن أن يلتصق في محركات السيارات القديمة، ولكن مع مزج البنزين بنحو 20% من الايثانول يمكن أن تصل نسبة كفاءة الإيثانول إلى 100%

6- نباتات الكاملينا والجاتروفا : الكاملينا والجاتروفا على حد سواء هي مصادر للوقود ذات أصل نباتي يتم العثور عليها في جميع أنحاء العالم، وتعتبر من أفضل أنواع الوقود الحيوي وهذه النباتات المزهرة لديها ميزة عن أنواع الوقود المشتقة من بذور أخرى مثل فول الصويا لأنه يمكن زراعتها في المناطق الجافة للغاية، وبالتالي، فهي لا تضر الأراضي التي يمكن استخدامها لأغراض الزراعة ، ويمكن زراعتها في مجموعة متنوعة من الأماكن وتوفر نباتات الكاملينا والجاتروفا على حد سواء الكثير من الخيارات التي لا توفرها المواد الأولية الأخرى، ولكن لم يدرك الكثير من إمكانياتها، مما جعلها في منتصف قائمة أنواع مصادر الوقود الحيوي

7- بذور اللفت :زيت بذور اللفت المعروف باسم زيت الكانولا يعتبر من النباتات التي توجد بشكل شائع في جميع أنحاء كندا والولايات المتحدة وبشكل مماثل لفول الصويا، فإن بذور اللفت تعتبر رخيصة الثمن وسهلة لإنتاج محروقات أنظف بكثير من البترول، مما يجعل منها على ما يبدو حل سريع لمشاكل الطاقة ومع ذلك، فيبقى السؤال عما إذا كان يمكن أن ينتج بما يكفي لتلبية الاحتياجات بشكل صحيح وسوف تتنافس بذور اللفت على الأرض مثل الكثير من أنواع الوقود الحيوي الأخرى، ولكي يتم إنتاج كمية كبيرة من الوقود؛ فإن هذا النبات يحتاج إلى عدد

كبير من الأفدنة

8- غاز الميثان:في ستوكهولم بالسويد، هناك أسطول كامل من الحافلات التي تعمل بالفعل بغاز الميثان والغاز الطبيعي، وقد كسبت هذه الموارد شعبية كوقود حيوي في الأشهر الأخيرة وتولد الكائنات الدقيقة والمواد العضوية المتحللة مثل المواد الغذائية والسماد وغيرها من المخلفات غاز الميثان، لذلك يجري بالفعل إنتاجه في مقالب المخلفات في جميع أنحاء العالم ويحترق هذا الغاز أيضاً بشكل أنظف من كثير من أنواع الوقود المستخدمة الآن ويعتبر غاز الميثان حلاً ممكناً، ولكنه ليس أحد أفضل الحلول.

9- الدهون الحيوانية :الخنازير والدجاج والبقر تعتبر شائعة إلى حد ما في الحياة اليومية، لكنها يمكن أن تنطوي على إمكانات غير مألوفة لاستخراج الوقود الحيوي ويمكن تحويل بقايا الدهون من المنتجات الغذائية الحيوانية إلى زيت واستخدامه بعد ذلك كوقود للسيارات والشاحنات، وقد يبدو مصدراً غريباً ومع ذلك فإن جمع الدهون ليس سهلاً مثل جمعها من مكبات المخلفات أو مطاعم للوجبات السريعة.

10 – مخلفات الورق : يتم اعتبار الورق المعاد تدويره، وحمأة الإنتاج وحتى نشارة الخشب من مراحل المعالجة المبكرة للورق من المصادر المحتملة للوقود الحيوي وفي حين أن المنتجين يجب عليهم التنافس مع شركات الورق التي تستخدم المخلفات في برامج إعادة التدوير لديها، إلا أن الباحثين يعتقدون أن بعض المخلفات يمكن تحويلها لإنتاج الوقود ومع ذلك، فالعديد من هذه المواد قد تسبب مشاكل أكثر من قيمتها مع صعوبة تحويل الورق إلى وقود سائل بسبب طلاءه الشمعي والطريقة

التي يصنع بها الورق.

الوقود النووى

المستخدم في مفاعل الماء الخفيف هو اليورانيوم المخصب ويتشكل على شكل وحدات قفصية الشكل تسمى وحدات الوقود وتتكون وحدة الوقود من عدد من قضبان الوقود محفوظة في أنابيب من سبيكة الزركونيوم بأعداد **17** في **17** من قضبان الوقود في هيئة قفص يبلغ مقطعه **45** سم في **45** سم وطوله نحو **4** متر.

يستخدم اليورانيوم المخصب في صورة أكسيد اليورانيوم ويكون في شكل أقراص طول **5**و**2** سم وقطر نحو **9**و**0** سم وتعبأ في الأنابيب من سبيكة الزركونيوم ، طول الأنبوب **4** متر وتغلق من طرفيها محكمان بحيث لا تخرج منها شوائب مشعة أثناء عمل المفاعل. يحتوي أكسيد اليورانيوم المخصب في العادة على نسبة من النظير الانشطاري اليورانيوم–**235** تصل إلى **3 %** ونظراً لأن خام اليورانيوم الطبيعي يحتوي على **0,7%** من اليورانيوم–**235** الانشطاري فقط والباقي يورانيوم–**238** لا ينشطر ، فلا بد من استخدام اليورانيوم المخصب بنسبة بين **5–2 %** و **0–4 %** باليورانيوم–**235** في المفاعلات التي تعمل بالماء العادي حيث يمتص الماء نيوترونات فيمنع من استمرار التفاعل النووي في المفاعل أي أن نسبة اليورانيوم–**235** المقدرة ب **3 %** تعوض عدد النيوترونات الممتصة في الماء والضائعة بحيث يستمر التفاعل التسلسلي.

وتزود كل وحدة وقود بعدد من قضبان التحكم (4 أو6) وهي مصنوعة من مادة شديدة الامتصاص للنيوترونات ويستخدم لهذا الغرض سبيكة من الصلب والبور أو معدن الكادميوم مشكلة في هيئة قضيب يبلغ طوله 4 متر أيضاً عن طريق رفع أو خفض قضبان التحكم في قلب المفاعل يمكن التحكم في معدل سير التفاعل ، حيث أنها تضبط عدد النيوترونات وتمتص الجزء الزائد منها من قلب المفاعل

وحدات الوقود

يوجد قلب المفاعل الذي يحتوي على 200 من وحدات الوقود في وسط خزان ضغط المفاعل ، وهو يعتبر غلاية أسطوانية مغلقة قطر 5 متر وارتفاعها نحو 7 متر يبلغ سمك جدار خزان الضغط للمفاعل نحو 25 سنتيمتر وهو مصنوع من الفولاذ ينفذ من خزان الضغط أنابيب لضخ الماء فيه وأنابيب أخرى لخروج البخار من خزان الضغط وعودة البخار المكثف إليه تغطى وحدات الوقود في قلب المفاعل بالماء النقي. الجزء العلوي من خزان الضغط في شكل القبة ويمكن فصله عن الخزان بغرض استبدال وحدات الوقود المستهلكة وعند إغلاقه فيتم ذلك بإحكام حيث يصل الضغط داخله أثناء التشغيل نحو 400 ضغط جوي.

توزيع نواتج الانشطارات طبقاً لكتلتها عند امتصاص نيوترون فييورانيوم–235 أو في البلوتونيوم–239، التي تشتغل بها المفاعلات النووية المعتادة ،كذلك انقسام اليورانيوم–233 ، وهو أيضا قابل للانقسام عند امتصاصه لأحد النيوترونات.

ولكن لا بد للتفاعل المتسلسل أن يسير بمعدل ثابت ، ولا يسمح له للتزايد المستمر مثل القنبلة حيث ينتج عن كل نيوترون يتفاعل مع أحد أنوية اليورانيوم-235 بين 2 و 3 نيوترونات جديدة تستطيع بدورها التفاعل مع أنوية اليورانيوم منتجة 9 نيوترونات ، وهذه تتفاعل مع اليورانيوم وتنتج بدورها 27 نيوتروناً وهكذا وهذا ما يحدث في القنبلة الذرية. ولكن في مفاعل القوي يجري التحكم في سير التفاعل عن طريق قضبان التحكم المحتوية علي الكادميوم التي تمتص النيوترونات الزائدة وتحافظ على أن يكون معدل سير التفاعل مساويا للواحد. أي بحيث أن كل نيوترون يتفاعل مع اليورانيوم وينتح مثلا 3 نيوترونات ، فتقوم قضبان التحكم بامتصاص 1 نيوترون ويمتص الماء 1 نيوترون بالتقريب ويتبقى 1 نيوترون للتفاعل مع اليورانيوم-235 وهكذا. وتسمى تلك الحالة بالحالة الحرجة للمفاعل.

قضبان التحكم المصنوعة من الكادميوم تشغل أماكن بينية بين قضبان الوقود ، وكل وحدة وقود مزودة بعدد منها ، يمكن رفعها أو خفضها في قلب المفاعل وتضبط معدل سير التفاعل تلقائيا. كما يمكن بواسطتها إيقاف التفاعل كليا ، وذلك بدفع جميع قضبان التحكم كلية في قلب المفاعل بين وحدات الوقود ، فيمتص الكادميوم جميع النيوترونات ويتوقف التفاعل النووي.

ينتج عن كل انشطار لنواة اليورانيوم-235 نحو 200 ميجا إلكترون فولت من الطاقة ، وهي تظهر في صورة طاقة حركة نواتج الانشطار ، وترفع درجة حرارة الماء وتسخنه. ويستغل البخار الناتج في تشغيل التوربين والمحول الكهربائي الضخم الذي ينتج بدوره التيار الكهربائي.

أنواع الوقود النووي

ثاني أكسيد اليورانيوم :يستعمل ثاني أكسيد اليورانيوم المحتوي على نسبة 3 % من يورانيوم-235 الانشطاري في لمفاعلات الأكثر انتشارا ،مثل مفاعل الماء المغلي ومفاعل الماء المضغوط في محطات القوى لتوليد الكهرباء.

أكسيد مخلوط وهو مخلوط من البلوتونيوم-239 واليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المتبقي من عملية تخصيب اليورانيوم (يورانيوم منضب) وتكون ماصفات المخلوط معادلة لمواصفات الوقود المخصب باليورانيوم-235 وقد جرب استخدامه في عدة مفاعلات من مفاعل الماء المضغوط ومفاعل الماء المغلي، ونجح استخدامها ويستخدم بعضا منها إلى جانب الوقود النووي المعتاد في تموين المفاعلات النووية بالوقود.

وينتج البلوتونيوم-239 من مفاعلات الماء الخفيف المعتمدة على اليورانيوم المخصب ، ويتم فصل البلوتونيوم من وحدات الوقود المستهلكة في مصنع خاص يقوم بتدوير المواد النووية كما يمكن استغلال البلوتونيوم الموجود في القنابل النووية بعد تفكيكها في إطار الحد من التسلح النووي ، وخلطها مع اليورانيوم الطبيعي لتصنيع وحدات وقود تستخدم لإنتاج الطاقة.

الثوريوم

يستخدم نظير الثوريوم-232 الذائب في الأملاح في مفاعل ملح منصهر لإنتاج الطاقة على المستوي الصغير ، في مفاعلات تجريبية وقد استخدم الوقود

السائل المحتوي على الثوريوم في صورة مخلوط من الليثيوم والبيريليوم والثوريوم وفلوريد اليورانيوم **LiF-BeF2-ThF4-UF4 (72-16-12-0.4 :** **mol%).** ويتميز الوقود هذا الوقود المنصهر بدرجة حرارة تصل إلى **700** درجة مئوية، كما تبين الاختبارات إمكانية رفع درجة الحرارة هذه حيث أن درجة غليان المخلوط الملحي تبدأ عند **1400** رجة مئوية.

أملاح اليورانيوم:جرب استخدام مفاعل المحلول المائي المحتوي على سولفات الأورانيل أو محاليل أخرى لليورانيوم بنجاح. ولكنه هذا النوع من المفاعلات لم ينفذ على المستوى الكبير لغنتاج الطاقة ، ويرجع ذلك إلى سهولة انتشار المواد النووية في المناطق المجاورة للمفاعل في حالة حدوث حادث جسيم أثناء التشغيل.

وقود ماجنوكس

في إنجلترا يستخدم نوع من المفاعلات تبرد بثاني أكسيد الكربون ويستخدم فيها الجرافيت كمهدئ لسرعة النيوترونات وهي تعمل باليورانيوم الطبيعي (ليس مخصب) وتحفظ الوقود في أنابيب من سبيكة ماجنوكس وتتكون سبيكة ماجنوكس من المغنسيوم والألمونيوم وهي سبيكة غير قابلة للصدأ وتستخدم فقط لتغليف اليورانيوم الطبيعي في المفاعل. واسم ماجنوء هي اختصار ل **Magnesium :** **non-oxidising** وتتميز تلك التغلفة بقلة امتصاصها للنيوترونات.

وقود اندماج نووي

ينتمي إلى وقود الاندماج النووي التريتيوم (3 H) والديوتيريوم (2 H) وهي نظائر الهيدروجين، ويسمى التريتيوم أحيانا بالهيدروجين الثقيل. ويتميز تفاعل اندماج نووي عن تفاعل الانشطار النووي في كونه يطلق كثافة حرارية أعلى من المفاعل النووي وتجرى تجارب باهظة التكاليف لاستخدام تفاعل الاندماج النووي في انتاج الطاقة ونجح العلماء في استمرار التفاعل لمدة دقائق ولكن الطاقة الكهربابة المستخدمة في تلك التجارب لا تزال أعلى بكثير من الطاقة المكتسبة من المفاعل هذا هو مستوى البحث الآن ، ويرجى في المستقبل زيادة حجم المفاعل الاندماجي بحيث تكون حصيلته من الطاقة مجدية وتتضافر الجهود مجتمعة بين الولايات المتحدة الأمريكية ودول الإتحاد الأوروبي واليابان من أجل بناء مفاعل احتباري من هذا النوع ، ولكن مسألة التمويل صعبة في الوقت الحالي.

يحتاج الجيل الثاني للاندماج النووي إلى زمن أطول لانحصار البلازما و لدرجة حرارة أعلى لكي تتصادم الجسيمات المشتركة في الإندماج بطريقة أشد ، وذلك بالمقارنة بتفاعلات الجيل الأول وهي تتميز بأنها تنتج نيوترونات أقل وهو شرط مرغوب فيه حيث تصتدم النيوترونات بحوائط المفاعل وتجعلها مشعة ولا يمكن حصر النيوترونات في المفاعل بعيدا عن الحوائط بمغناطيسات لأن النيوترونات متعادلة كهربائيا ولا تتأثر تقريبا بالمغناطيسية (حينما تصبح الحوائط مشعة يصعب التخلص منها كنفايات مشعة).

وتتكون المواد الداخلة في تفاعل الاندماج النووي للجيل الثاني من الديوتيريوم

والهيليوم-3 ونواتج التفاعل كلها جسيمات مشحونة ، إلا أنه توجد تفاعلات جانبية تؤدي إلى إصدار النيوترونات.

تنتج تفاعلات الجيل الثالث من التفاعل الندماجي جسيمات مشحونة فقط خلال التفاعلات الابتدائية ، ولا تهم التفاعلات الجانبية وحيث أنها تنتج عددا قليلا من النيوترونات فلن تكتسب جدران المفاعل خواصا إشعاعية غير مرغوب فيها ويعتبر تفاعل الجيل الثالث هو التفاعل المرغوب فيه ، ويشكل الهيليوم-3 الأنسب بين مواد الوقود الاندماجي إلا أنه لا توجد مصادر طبيعية لهذا النظير على الأرض.

هل يصلح الهيدروجين كوقود للمستقبل؟

في زحمة أزمة الوقود والطاقة يدور نقاش حول امكانية استخدام الهيدروجين كوقود بديل يحل ازمة التلوث والأحتباس الحراري ويحل ازمة الأقتصاد العالمي والمرتبط عضوياً بالطاقة وبمادة النفط الخام تحديداً خلال الفترة الحالية من الزمن .

الهيدروجين عنصر يتكون بشكل أساسي من ذرة تحوي بروتون والكترون واحد لذا فهو لا يوجد طليقاً في الجو بل متحداً مع عناصر اخرى مكوناً مركبات مثل الماء حينما يتحد مع الأكسجين والمركبات الهيدروكاربونية حينما يتحد مع الكربون من خلال عملية التركيب الضوئي والتي يكون الماء وثاني أكسيد الكاربون والطاقة الضوئية فيها مكوناتأ اساسية ويدخل الهيدروجين في العديد من المركبات الأخرى ولكنها أقل تواجدأ في الطبيعة .

الباب الخامس

وقود الطحالب

وقود الطحالب هو وقود مستخلص من طحالب بحرية دقيقة تنتج هذه الطحالب زيتاً يمكن تحويله إلى ديزل حيوي ومن مزايا وقود الطحالب أنه لا تزيد أبعاد هذا النوع من الطحالب عن بضع ميكرومترات أي بضعة أجزاء من الألف من المليمتر ويمكن تربيتها داخل أنابيب اختبار مملوءة بالماء ومعرضة لضوء الشمس فتصنع الطحالب السكر من مواد بسيطة وثنائي أكسيد الكربون وأسمدة نيتروجينية باستغلال ضوء الشمس تمتاز هذه الطحالب بسرعة تكاثرها، فخلية الطحلب الواحد تنقسم مرة في اليوم لتصبح خليتين أي أن كمية الطحالب تتضاعف مرة كل يوم ولا يوجد نبات على سطح الأرض له نفس هذه القدرة على النمو أو التكاثر ويمكن إنتاج **25** جم من الطحالب على مساحة متر مربع واحد كل يوم ثم الحصول منها على زيت يعادل ثلث هذه الكتلة،أي **8** جرامات، وهذا يعني نحو **3** أطنان من الزيت سنوياً لكل دونم من الأرض التي تربى عليها هذه الطحالب، أي نحو **15** ضعف ما نحصل عليه من اللفت مثلًا ويمكن زيادة الإنتاجية إذا زودت هذه الطحالب بثاني أكسيد الكربون، الناتج مثلاً من الغازات العادمة من المصانع كما يمكن توفير سماد النيتروجين من محطات تنقية المياه العادمة أو حتى من مخلفات استخلاص الزيت من الطحالب ولا تقتصر فوائد هذه الطحالب على إنتاج الوقود الحيوي لتزويد السيارات به، وإنما توفر أيضا منتجات تستفيد منها صناعات مواد التجميل والصناعات الغذائية الموجهة للإنسان أو للحيوانات، خاصة لمزارع الأسماك وينتج العالم من هذه الطحالب بضعة آلاف طن سنوياً وعندما أخذ سعر

النفط في الارتفاع المتسارع ، حتى قارب **150** دولاراً للبرميل، اتجه تفكير الكثيرين نحو الطحالب كمصدر للوقود، وأنشئت في الولايات المتحدة وحدها خلال الأشهر الأخيرة من عام **2008** نحو **60** مؤسسة لاجراء أبحاث على الوقود المستخلص من الطحالب وقدم الملياردير بيل جيتس، مؤسس شركة مايكروسوفت الأمريكية للبرمجه ، دعماً لشركة تعمل على انتاج الطاقة من الطحالب ، كما بادرت شركات النفط الكبرى لدعم هذه الأبحاث، فشركة شل مثلا أسست شركة اسمها **Cellana**لهذا الغرض وهي تعمل على إنشاء مزرعة طحالب مفتوحة في هاواي، ثم مزرعة كبرى بعد أن تصبح نتائج التجارب مفيدة اقتصاديا كما أبدى قطاع الطيران اهتمامه بوقود الطحالب، نظراً لأنه لم يستفد حتى الآن من الوقود الحيوي المستخلص من الذرة وقصب السكر ولقد أعلن علماء أمريكيون أنهم أدخلوا تعديلات وراثية على أحد أنواع البكتريا لاستخدامها في توليد وقود حيوي من طحالب بحرية وبذلك فإنهم عثروا بذلك على مصدر آخر مستديم للوقود ونشر الباحثون دراساتهم فى هذا الشأن في مجلة ساينس الأمريكية ولم يتوصل العلماء حتى الآن إلى ميكروبات تحول السكر الموجود في المخلوقات البحرية إلى مادة الإيثانول التي تستخدم في صناعة الوقود الحيوي ودعمت وزارة الطاقة الأمريكية هذه الدراسة التي سجل أصحابها عدداً من البراءات العلمية عن مواضيع متصلة بالدراسة.

وركز الباحثون بشكل خاص على الطحالب البنية التي تتميز بأنها تنمو بكميات كبيرة في البحار ولا تحتاج لتدخل بشري ولا تنافس زراعة مواد غذائية وتحتوي على

كميات كبيرة من السكر غير أن العلماء أشاروا إلى صعوبة استخراج هذه المادة السكرية المعروفة بمادة ألجينات من الميكروبات وتحويلها إلى كحول، إيثانول، وبالتالي إلى وقود حيوي، وهو ما جعل وورجاكي وزملاءه يسعون لتطوير بكتريا معدلة وراثياً قادرة على شطر أجزاء السكر داخل الطحالب .

وأوضح دانيل تروفينو رئيس شركة بي ايه ال في بيان له أن نحو **60%** من الكتلة الجافة من الطحالب عبارة عن كربوهيدرات يمكن الاستفادة منها وأن نصف هذه الكربوهيدرات يتكون من مادة ألجينات وقام العلماء بإنتاج إنزيم وتحديد طريقة لعملية الأيض تسمح بالاستفادة بجميع الأجزاء الرئيسية من جزيئات السكر في الطحالب وتحويلها إلى مواد رئيسية للكيماويات المستخدمة في توليد الطاقة المتجددة وحسب كلام العلماء فإن **3%** من مياه السواحل على مستوى العالم يمكن أن تسمح بنمو طحالب تكفي لتعويض **270** مليار لتر من الوقود التقليدي وفي أحد المختبرات حيث تبدو معظم أنابيب الاختبار خضراء اللون، يقوم الباحثون باستخدام أدوات التكنولوجيا الحيوية الحديثة مع بركة متواضعة من النفايات ويجري تقسيم الجينات الخارجية إلى طحالب أما الجينات الأصلية فيتم تحريكها وإثارتها.

وتوضع سلالات مختلفة من الطحالب مقابل بعضها البعض لتدخل في صراع من أجل بقاء الأصلح على قيد الحياة، في محاولة لتسريع تطور السلالات، التي تشهد نمواً سريعاً.

والهدف هو إنتاج طحالب ذات كفاءة عالية في تحويل ضوء الشمس وثاني

أوكسيد الكربون إلى دهون وزيوت، بحيث يمكن تحويلها إلى المصافي لاستخراج وقود الطائرات أو الديزل وقال أحد مؤسسي المختبر والمختص بشؤون تقنية الطاقة أن هدفه النهائي هو تأهيل وتدجين الطحالب لجعلها محاصيل، فقد تم تعديل أكثر من **4000** سلالة وراثياً وهناك العشرات من الشركات، وكذلك العديد من المختبرات الأكاديمية، التي تسعى إلى هدف واحد؛ وهو إنتاج الطحالب كمصدر أساس للطاقة الخضراء والعديد من هذه الشركات تقوم باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية أو تقنيات بيولوجية أخرى مثل الطفرات القائمة على الحث الكيميائي، لتحسين وظائف الطحالب .

وقال ماثيو جيم بوسويتز، أستاذ الكيمياء المساعد في كلية كولورادو للتعدين، الذي كتب دراسة في هذا المجال أن الأكاديمية قامت بأكثر من مائة مشروع في مجال استخدام الهندسة الوراثية لإنتاج الوقود الحيوي من الطحالب، فهناك مصلحة كبيرة على الصعيد العالمي في إنتاج هذا النوع من الوقود.

وتجذب الطحالب اهتمام كبير نتيجة لإمكانياتها الإنتاجية التي تزيد عشر مرات عن الذرة المنتجة للايثانول، أو فول الصويا المستخدم في صنع وقود الديزل الحيوي وعلاوة على ذلك، قد تنمو الطحالب في الأراضي القاحلة والمياه الآسنة، بحيث أن إنتاج الوقود لن يتنافس مع إنتاج الغذاء.

كما إن الطحالب شديدة الإستهلاك لثاني أكسيد الكربون، لدرجة يمكنها القيام بمنع بعض هذا الغاز من المساهمة في الاحتباس الحراري، الذي يعد سببا مكوناً لهذه الظاهرة لكن الجهود الرامية إلى الهندسة الوراثية للطحالب، التي تعني عادة ربط

الجينات مع الكائنات الحية الأخرى، تثير قلق بعض الخبراء لأن الطحالب تلعب دوراً حيويا في البيئة

إن الكائنات الضوئية وحيدة الخلية تنتج الكثير من الأوكسجين في الأرض وهي أساس السلسلة الغذائية البحرية وقال جيرالد جرونويلد، مدير مركز بحوث البيئة والطاقة في جامعة نورث داكوتا، الذي يحاول تنظيم دراسة عن المخاطر، أن ا لباحثين لا يطلبون إيقاف هذه الجهود، مضيفاً: نحن نطلب القيام بهذه الجهود ولكن بعد معرفة الآثار المترتبة على هذه التغييرات ومعرفة كيفية الحفاظ على عموم العملية .

فقد أثبت أليسن سنو، الخبير في شؤون البيئة في جامعة أوهايو، أن أسوأ سيناريو افتراضي سيكون افلات الطحالب المعدلة في البيئة لتحل محل الأنواع الأخرى وتتسبب في نمو طحلبي يحرم المياه من الأوكسجين، ويؤدي إلى موت الأسماك .

وقبل ذلك بفترة وجيزة، حذر ديفيد هابرمان، وهو مهندس يعمل على مشروع الطحالب،في مؤتمر لرعاية صناعة الطاقة الحيوية من المخاطر غير إن كثيراً من العلماء، لا سيما العاملون في قطاع تجارة الطحالب، يقولون أن هذه المخاطر والمخاوف مبالغ فيها.

حيث أن المحاصيل الغذائية لا يمكن أن تزدهر بدون وجود مزارعين يقومون برعايتها ودرء خطر الآفات عنها، كما هو حال الطحالب المعدلة لأن تكون

محاصيل لتوفير الطاقة ستكون غير قادرة على المنافسة مع الطحالب البرية، في حال تمكنها من النجاة، حتى داخل الأحواض الخاصة بها .

وقال ستيفن مايفيلد، أستاذ البيولوجيا في جامعة كاليفورنيا في سان دييجو، والمشارك في البحوث الوراثية، أن كل شيء يقوم الباحثون به لتعديل الكائن الحي يجعل قدرته أضعف ويقول دكتور مايفيلد وعلماء آخرون أنه لم تكن هناك أية مشاكل بيئية معروفة في العقود الأربعة الماضية خلال عمل العلماء في مجال الهندسة الوراثية مع البكتيريا، على الرغم من أن بعض الكائنات الحية قد أفلتت من المختبرات،فى حالة العمل في المختبرات العلمية .

وحتى مارجريت ميلون من اتحاد العلماء المعنيين بالتغييرات البيئية، والتي كانت قلقة من المحاصيل المعدلة وراثياً، قالت أنه إذا أفلتت الطحالب المعدلة وراثياً من المعامل، فيمكن متابعتها والسيطرةعلى الموقف.

ومع ذلك، فإن بعض الباحثين في مجال الطحالب قلقون من رد فعل عنيف في حالة انتشار واسع للطحالب المعدلة وراثياً من قبل نفس الجهات التي تعمل على توفير الأطعمة التكنولوجية الحيوية يقول الباحثون أنه يجب أن تكون هناك رعاية خاصة بهذه الطحالب إذ أن نحو أربعين في المائة من الأوكسجين الذي نتنفسه يأتي من الطحالب التي تنمو في المحيطات، حسب رأي عالم الوراثة كريج فنتر؛ في حديث له خلال جلسة استماع بالكونجرس مؤكداً أنه لا أحد يريد أن تصل الفوضى إلى تلك العملية.

وتحصل شركة فنتر، المختصة بعلوم الجينوم الاصطناعية، على **300** مليون دولار من شركة اكسون موبيل لتنمية الطحالب المنتجة للوقود، باستخدام الجينات الاصطناعية

وأكد الدكتور فنتر للممثلين المحليين والشركات التي حضرت حفل افتتاح المشروع الجديد بهذه الصناعة الحديثة وبحضور كبار الشخصيات المحلية، أن الطحالب لن تفلت خارج المعامل المعدة لها، ولن يكون هناك أدنى تسرب، وقال مازحا: أن أرضنا آمنة ويؤكد ، أنه يجب؛ في المدى البعيد؛ أن تعطى الطحالب جينات انتحارية من شأنها أن تقتل الطحالب في حالة إفلاتها من المختبر أو منشأة إنتاج الوقود.

فيبدو إن إعادة تعديل الهندسة الوراثية للطحالب قد أدت الى زيادة المطالبة بوضع قانون توفير حماية للمستثمرين أكثر من قوانين براءات الاختراع وشروط حماية الطبيعة من التعديل الوراثي، حسب تصريح ستان بارنز،المدير التنفيذي لشركة مختصة بهذه الصناعة لكن الدكتور فنتر وكذلك منديز يؤكدان أن هناك عقبات كبيرة أمام تنمية الطحالب المتنافسة كمصدر للطاقة، وأنه ستكون هناك حاجة إلى كل وسيلة لتحسين سلالات هذه الكائنات .

ويبدو أن شركة الطاقة الخضراء واحدة من أفضل الشركات التي يمكنها القيام بذلك إذ جنت الشركة، التي لا يزيد عمرها عن ثلاث سنوات، مائة مليون دولار من المستثمرين البارزين، بمن فيهم بيل جيتس وحصلت أيضاً على مائة مليون دولار أخرى من التمويل الاتحادي لبناء مشروع إرشادي يحتوي على **160** دونماً

تقريباً من البرك المفتوحة في صحراء نيو مكسيكو الأمريكية .

وقد أدخلت الشركة أحد الجينات إلى الطحالب بحيث يسمح للكائنات الحية بصنع مركب هيدروكاربون من النوع الذي لا يمكنها أن تنتجه بشكل طبيعي؛ ومن شأنه أن يساعد في إنتاج الوقود .

وقال منديز ، الذي عمل سابقاً في شركات التكنولوجيا الحيوية الطبية، أننا لا نريد أن نأخذ من الطحالب ما تعطينا إياه، بل نحن نريد أن نصنع أفضل المنتجات وتقوم الشركة أيضاً بتطوير الطحالب التي تنمو في المياه المالحة والأوساط القلوية للغاية .

ومن المرجح أن تكون الطحالب المعدلة وراثياً، سواء في البرك المكشوفة أو المفاعلات الحيوية المغلقة، خاضعة لأنظمة وكالة حماية البيئة التي تنظم الآن أوضاع الميكروبات المعدلة وراثياً بموجب قانون مراقبة المواد السامة ومع ذلك، كانت هناك على الأقل حالة واحدة في الطحالب المعدلة وراثياً التي يبدو أنها سقطت بين الشقوق المنظمة بين الأنابيب وعندما حاول موظفو مختبر هاواي فحص جدوى الأدوية البشرية المنتجة من الطحالب المعدلة وراثياً عام **2005** ، فإن أياً من الهيئات الحكومية الاتحادية الثلاث المنظمة لمختلف مجالات التكنولوجيا الحيوية لم توافق على تحمل مسؤولية المصادقة على النتائج، وكانت الوكالات الرافضة هي وكالة حماية البيئة، وإدارة الغذاء والدواء ، ووزارة الزراعة وقال نائب مساعد وزير الطاقة أن المشاريع الممولة اتحادياً يتعين أن تخضع للتقييم البيئي ولكن تقييم مخاطر كل حالة يجب أن يتم كلاً على حدة، فلا يمكن تصور شمول التقييم لجميع

الطحالب المعدلة وراثياً ومع استمرار التحديات التي تواجه الإيثانول كوقود بديل ليحل محل استخدام البنزين في قطاع النقل خصوصاً في الولايات المتحدة والدول الأوروبية،تتجه جهود بعض الشركات،بما فيها الشركات العملاقة للنفط، بدلاً من ذلك إلى الجيل الثالث وهو إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب لكن قبل أن يتمكن هذا البديل الواعد من تحقيق تقدم يذكر في أسواق وقود النقل، فإن الكثير من البحث والتطوير ما زال مطلوباً في هذا المجال وحددت الولايات المتحدة ضمن قانون خاص حداً أدنى إلزامي من الإيثانول والأنواع الأخرى من الوقود الحيوي ليحل محل استخدام البنزين في قطاع النقل، معظم الإنتاج من المقرر أن يأتي من الجيل الثاني أو الثالث من الوقود الحيوي، حيث حدد القانون حداً أعلى للإيثانول المستخرج من الذرة لا يتجاوز **15** مليار جالون في السنة.

وعلى الرغم من أن الإيثانول المستخرج من الذرة قد عوض حتى الآن نحو **10** في المائة من استخدام البنزين في قطاع النقل في الولايات المتحدة، لكن لا يزال يواجه مصاعب جمة هناك وأن مستقبل أهداف الوقود الحيوي من الجيل الثاني لا تزال غير مؤكدة بعد إحدى مشاكل الإيثانول، سواء كان منتجاً من الذرة أو من مواد أخرى، هي قابليته للذوبان في الماء بسهولة،وقابليته للعمل على تآكل المعادن والمواد المختلفة، وبالتالي يمكن أن يعمل على تآكل أنواع معينة من المواد، مثل الألمنيوم وأجزاء من المطاط، والتي توجد عادة في البنية التحتية لمحطات تعبئة البنزين ومحركات مركبات البنزين التقليدية، هذا يعني أنه لا يمكن نقله بأمان بتركيز عال من دون إجراء تغييرات جوهرية في السيارات والبنية التحتية علاوة على ذلك، القبول

الجماهيري الواسع النطاق الذي يحظى عليه الإيثانول في البرازيل، يعتبر بعيد المنال في الولايات المتحدة، على الرغم من قيام الحكومة بإنفاق المليارات من الدولارات كل عام على شكل إعانات لدعم ذلك.

وقد تلقى أخيراً موضوع استخدام الطحالب كمصدر جديد للكتلة الحيوية لإنتاج الطاقة المتجددة الكثير من الاهتمام وا لدراسة، حيث أن للطحالب عدداً من الخصائص التي تسمح لنمط من الإنتاج أكثر استدامة إلى حد كبير من بدائلها من المواد الأولية هذه الخصائص تشمل احتواءها على كتلة حيوية عالية الإنتاجية؛ تقريباً 100 في المائة كفاءة في الاستخدام، إمكانية الاستفادة من الأراضي الخصبة الصغيرة والمتطرفة، المياه المالحة ومجاري النفايات في إنتاج الطحالب، كما يمكن الاستفادة من حرق الغازات كمصدر لغاز ثاني أوكسيد الكربون لتوليد مجموعة واسعة من منتجات الوقود وغيرها من المنتجات ويمتاز الوقود الحيوي المنتج من الطحالب بميزة تنافسية أخرى، هي إمكانية استخدام البنية التحتية الحالية للوقود الأحفوري.

كما أن الوقود الحيوي المشتق من الطحالب لا يشارك الإيثانول في بعض الصفات غير المرغوب فيها، حيث إنه يمكن تحويل الطحالب إلى شكل مصنع من أشكال وقود البنزين، الديزل أو وقود الطائرات، أو إلى مادة خام مثل النفط يمكن معالجتها في المصافي التقليدية لكن إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب يجابه في الوقت الحاضر تحدياً كبيراً جداً يتمثل في ارتفاع تكاليف الإنتاج بصورة كبيرة.

إن تكلفة إنتاج الكتلة الحيوية من الطحالب بالكفاءة الحالية تقدر ما بين 06

إلى **70** دولارات للكيلو جرام الواحد وتشير عدد من الدراسات إلى أن التكلفة التقريبية لإنتاج وقود الديزل الحيوي من الطحالب هي أعلى من ذلك، حيث تقدر بنحو **60** دولارات للتر الواحد اعتماداً على جودة المنتج النهائي والظروف الخارجية.

الزيوت الصناعية المنتجة من الطحالب التي تزرع عادة في البرك المفتوحة،يتم إنتاجها حالياً بالفعل على نطاق تجاري في الولايات المتحدة وغيرها من البلدان، لكن هذه الزيوت ليست من النوع الذي يستخدم في السيارات بدلاً من ذلك، هذه الزيوت تستخدم في منتجات مثل مستحضرات التجميل أو المكملات الغذائية، حيث تباع مثل هذه السلع الكمالية بأسعار أعلى بكثير من أسعار وقود السيارات وعندما يمكن للمستهلكين شراء البنزين أو الديزل التقليدي بأسعار تتراوح ما بين **30** و**50** دولاراً للجالون، لماذا يدفعون أسعاراً بين **10** و**40** دولاراً للجالون لوقود مماثل لكن فقط منتج من الطحالب؟ لكن مع ذلك لم تثن مثل هذه العقبات الحكومات أو القطاع الخاص من البحث والتطوير واستثمار مئات الملايين من الدولارات في محاولة للتوصل إلى السر الصناعي الذي يتيح لهم إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب بثمن بخس توجد اليوم ثلاث عمليات رئيسة لإنتاج الوقود الحيوي من الطحالب وهي: البرك المفتوحة، المفاعلات الحيوية الضوئية وباستخدام عملية التخمير المغلقة.

وتعتبر عملية إنتاج الوقود الحيوي بطريقة البرك المفتوحة هي الطريقة المفضلة حتى الآن على الرغم من التكاليف العالية المرتبطة مع احتياجات مساحات كبيرة

من الأرض وقامت شركة أكسون بإعداد دراسة جدوى اقتصادية لكل من طريقة البرك المفتوحة وطريقة المفاعلات الحيوية الضوئية قبل الشروع في اختبار أول مرفق لهم على نطاق واسع في منتصف عام **2011** في الوقت نفسه تحقق شركة شل الهولندية تقدما في مشروعها المتضمن استخدام عمليات تهجين من طريقة البرك المفتوحة وطريقة المفاعلات الحيوية الضوئية السبب في الاهتمام الكبير في استخدام البرك المفتوحة في زراعة الطحالب يعود إلى انخفاض تكاليف المواد الأولية بصورة كبيرة.

بما أن إنتاج الزيوت من الطحالب باستخدام أشعة الشمس التي تعتبر مجانية وفي الوقت نفسه تستهلك غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تطلقه المنشآت الصناعية الذي يعتبر مجانياً نوعاً ما أيضاً، فإن تكاليف تشغيل البرك المفتوحة تعتبر متدنية جداً إضافة إلى ذلك تعتبر هذه الطريقة من أقدم الطرق، حيث إن معظم جهود البحث والتطوير الكبيرة كانت منصبة حتى الآن على أنظمة البرك المفتوحة، وبالتالي فإن الميل الطبيعي هو تركيز الجهود على هذه الطريقة لكن إنتاجية النظم الحالية من البرك المفتوحة منخفضة، ما يعني أن المزيد من البحوث والتطوير أمرا ضروريا لهذه النظم لتحسين معدلات الإنتاج إلى المستوى الذي يجعل من إنتاج أنواع وقود النقل منها مجديا اقتصادياً.

أما الطريقة الثالثة، التخمير المغلقة، فهي عملية فريدة من نوعها تستخدم نوعاً من الطحالب يعيش على غيره ويمكنه النمو في الظلام، على عكس أنواع الطحالب التي تستخدم في الطريقتين السابقتين، هذا النوع من الطحالب لا يمكنه

صنع غذائه عن طريق التمثيل الضوئي، بدلاً من ذلك لا بد من تغذيته بالسكريات.

إن طريقة التخمير المغلقة لها مستقبل واعد، حيث إنها تتطلب تكاليف رأسمالية أقل من باقي الطرق، وقدراً أقل من المساحة، ذات إنتاجية عالية وبمنأى عن التلوث من المصادر الخارجية تجدر الإشارة هنا إلى أن شركة بريتش بتروليوم البريطانية تقوم بإجراء اختبارات على هذه الطريقة منذ سنوات لكن على الرغم من كون التكاليف الرأسمالية لهذه الطريقة رخيصة إلا أن تكاليف التشغيل ليست كذلك، حيث أن الجلوكوز اللازم لتغذية الطحالب مكلفة نوعاً ما، خاصة عند مقارنتها بأشعة الشمس المجانية وغاز ثاني أكسيد الكربون المجاني أيضاً لذلك تتركز جهود البحث والتطوير لإيجاد طرق أرخص لتغذية الطحالب مثل استخدام النفايات أو المواد السليلوزية من دون تخفيض نوعية الزيوت التي يتم إنتاجها لكن جميع هذه الجهود ما زالت في مرحلة البحث والتطوير، وتحتاج إلى وقت طويل وجهد كبير قبل أن تصبح في متناول المستهلك بأسعار تنافسية .

ولا تقتصر فوائد هذه الطحالب على إنتاج الوقود الحيوي لتزويد السيارات به، وإنما توفر أيضا منتجات تستفيد منها صناعات مواد التجميل والصناعات الغذائية الموجهة للإنسان أو للحيوانات، وخاصة لمزارع الأسماك وينتج العالم من هذه الطحالب بضعة آلاف طن سنوياً .

ورغم تفاؤل الباحثين والمؤسسات العاملة في هذا المجال، ومنهم سباستيان ريمي، مدير برنامج الوقود البديل في شركة ايربص الأوروبية، والذي يتوقع أن تصبح تقنية

إنتاج وقود الطحالب مكتملة وجاهزة للتطبيق الصناعي خلال سنتين أو ثلاث، إلا أن آخرين يشككون في إمكانية تحقيق ذلك قريباً، ومن هؤلاء انطوان شندرا، مدير الأبحاث في المركز الوطني الفرنسي للأبحاث العلمية ، والذي لا يتوقع التوصل إلى الاستثمار الصناعي الفعلي للوقود الطحلبي قبل مضي **10** سنوات على الأقل وفكرة استخدام الطحالب لا ستخراج وقود تحلّق به الطائرات العسكرية ليست جديدة فقد ظلت وزارة الطاقة تدرس هذه الفكرة وتقلبها على مدى **20** سنة ودرست الدوائر العسكرية في غضون ذلك فكرة استخدام الوقود البيولوجي المستخرج من فول الصويا وزيت الكانولا المكون من زيوت مستخرجة من عدة نباتات، ومن نبات القوفية المزهر، ومن نبات الكاميلينا الذي يعرف أيضا باسم الكتّان البري غير أن زيت المستخرج من الطحالب ظل الزيت الأكثر كفاءة وأكثر جدوى من حيث الكمية المنتجة منه.

وحسبما جاء في تقرير لمركز كولورادو أوكهافن للدراسات الزراعية فإن فداناً واحداً (نحو **04** هكتار) من الذرة يمكن أن ينتج **57** لتراً من الزيت، و**182** لتراً إذا كان مزروعاً بفول الصويا، و**315** لتراً بالقرطم، و**391** لتراً بدوار الشمس، و**483** لتراً بالكتان، و**2،413** لتراً بالنخيل، و**7,030** لتراً بالطحالب الدقيقة.

وينجم عن التحول إلى استخراج الوقود من الطحالب بدلاً من الذرة وفول الصويا توفّرهما كمواد غذائية للاستهلاك البشري والحيواني، وهو اعتبار له أهمية خاصة في ضوء ارتفاع أسعار المواد الغذائية.

ويذكر أن طحالب المياه الشديدة الملوحة قادرة على النمو والتكاثر حتى في

الظروف الصحراوية الجافة والرياح الشديدة ثم إن الطحالب قد تكون لها فوائد اقتصادية أخرى من خلال خلق فرص العمل، إضافة إلى دورها في إمكانية تخفيض تكاليف الوقود وتقوم شركة جنرال أتوميكس ببناء منشأة لزراعة الطحالب الدقيقة في ولاية تكساس والشركة وظفت بالفعل **40** شخصاً من الخبراء والمختصين في أبحاث الطحالب وط بقاً لما يقوله المؤيدون لفكرة استخراج الوقود من الطحالب فإنه إذا تحقق ما تعد به زراعة الطحالب واستخراج الوقود منها حسبما يعلّق عليها من آمال فستنشأ آلاف فرص عمل جديدة.

ويبدو أن صناعة الوقود من الطحالب آخذة في النمو إذ تركز مؤسسة سافاير إنرجي في لايولا بكاليفورنيا جهدها على إنتاج خام أخضر نباتي لاستعماله كوقود وتقول إنها أنتجت بنزينا من عيار **91** أوكتان استخرجته من الطحالب كذلك تدرس مؤسسة بوينج لصناعة الطائرات أفضل وسيلة لأداء وقود الطحالب في التصاميم المعدّلة للمحركات النفاثة من ناحية أخرى يقيم المختبر الوطني للطاقة المتجددة التابع لوزارة الطاقة شراكة مع شركة شيفرون للنفط هدفها معرفة ما إذا كانت الطحالب يمكن أن تصبح جاهزة لتوفير وقود قليل التكاليف للطائرات النفاثة.

واستضافت مدينة سان دييجو بكاليفورنيا في **23** مارس **2010** مؤتمر قمة خاص بالوقود البيولوجي العضوي من الطحالب واستقطب المؤتمر عناصر بارزة ومتنوعة من الجماعات المهتمة بوقود الطحالب بمن فيهم خبراء المزارع المائية وممولون وصانعو محركات الطائرات .

ومع استمرار التحديات التي تواجه الإيثانول كوقود بديل ليحل محل استخدام البنزين في قطاع النقل وخصوصا في الولايات المتحدة والدول الأوروبية، تتجه جهود بعض الشركات، بما فيها الشركات العملاقة للنفط، بدلاً من ذلك إلى الجيل الثالث وهو إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب لكن قبل أن يتمكن هذا البديل الواعد من تحقيق تقدم يذكر في أسواق وقود النقل، فإن الكثير من البحث والتطوير ما زال مطلوبا في هذا المجال الولايات المتحدة حددت ضمن قانون خاص حدا أدنى إلزاميا من الإيثانول والأنواع الأخرى من الوقود الحيوي ليحل محل استخدام البنزين في قطاع النقل، معظم الإنتاج من المقرر أن يأتي من الجيل الثاني أو الثالث من الوقود الحيوي، حيث حدد القانون حدا أعلى للإيثانول المستخرج من الذرة لا يتجاوز **15** مليار جالون في السنة.

على الرغم من أن الإيثانول المستخرج من الذرة قد عوض حتى الآن نحو **10** في المائة من استخدام البنزين في قطاع النقل في الولايات المتحدة، لكن لا يزال يواجه مصاعب جمة هناك وأن مستقبل أهداف الوقود الحيوي من الجيل الثاني لا تزال غير مؤكدة بعد إحدى مشاكل الإيثانول، سواء كان منتجا من الذرة أو من مواد أخرى، هي قابليته للذوبان في الماء بسهولة،وقابليته للعمل على تآكل المعادن والمواد المختلفة، وبالتالي يمكن أن يعمل على تآكل أنواع معينة من المواد، مثل الألمنيوم وأجزاء من المطاط، والتي توجد عادة في البنية التحتية لمحطات تعبئة البنزين ومحركات مركبات البنزين التقليدية، هذا يعني أنه لا يمكن نقله بأمان بتركيز عال من دون إجراء تغييرات جوهرية في السيارات والبنية التحتية علاوة على ذلك، قبول

الجماهير الواسع النطاق الذي يحظى عليه الإيثانول في البرازيل، يعتبر بعيد المنال في الولايات المتحدة، على الرغم من قيام الحكومة بإنفاق المليارات من الدولارات كل عام على شكل إعانات لدعم ذلك .

الباب السادس

الطحالب

ما هي الطحالب؟

الطحالب هي كائنات دقيقة وحيدة الخلية ولها قدرة علي التمثيل الضوئي تتميز بمعدل نمو سريع تعتبرمن اقدم انواع الحياه علي وجه الارض حيث يعتقد ان الوقود الاحفوري تكون من الطحالب في العصر القديم وتتم عملية البناء الضوئي في ظل استخدام الكربون والمياه في وجود اشعه الشمس ونسب بسيطة من الفوسفات والنترات والتي ممكن الحصول عليها من مياه الصرف وفي ظل وجود الظروف الجيدة للنمو ، تضاعف الطحالب نموها خلال 24ساعة باضافة الى ذلك، الطحالب تحتوى على محتوى زيت يزداد عن 50% من محتواها الكتلي في بعض انواع الطحالب لذا تم استغلال هذه النسبة لانتاج الوقود وتنتج سلالات متنوعه تترواح في تركيبها بأشكال تتشابه كميائياً مع سلسله الهيدروكربونات البترولية.

مميزات الطحالب

بخلاف أن الطحالب تنتج الدهون، تقوم أيضاً بانتاج البروتين ومركبات الكربون والسكريات وبعض سلالات الطحالب تقوم بتكسير مركبات السكريات لانتاج الكحول في ظل توافر الظروف المناسبة للتفاعل والكتله الحيوية للطحالب يمكنها

التشكل لأنواع مختلفة من المواد الكميائية والبوليمرات، (السكريات، والإنزيمات، أصباغ ومعادن) أو الوقود الحيوي (مثل وقود الديزل الحيوي، مواد قلويه، كحول) غذاء وعلف (مثل الأحماض الدهنية غير المشبعه، فيتامينات وغيرها) وأيضاً المركبات النشطة بيولوجيا (مثل المضادات الحيويه، مضادات الأكسدة والتمثيل الغذائي) من خلال تقنيات المعالجة والمحفزات الجهرية والتحلل الحراري كما أن الوقود الحيوي المشتق من الطحالب لا يشارك الإيثانول في بعض الصفات غير المرغوب فيها، حيث يمكن تحويل الطحالب إلى شكل مصنع من أشكال وقود البنزين، الديزل أو وقود الطائرات، أو إلى مادة خام مثل النفط يمكن معالجتها في المصافي التقليدية لكن إنتاج الوقود الحيوي من الطحالب يجابه في الوقت الحاضر تحـ دياً كبيراً جداً يتمثل في ارتفاع تكاليف الإنتاج بصورة كبيرة.

ومن أهم ما يميز استخدام الطحالب كبديل للوقود انها لا تحتاج الي أراضي صالحة للزراعه فمن الممكن زراعتها في الصحاري، كما أنها لا تتطلب مياه عذبة وقيمتها الغذائية عالية هناك الكثير من الأبحاث المركزة علي الطحالب الخضراء في جميع انحاء العالم، وبالأخص في أمريكا الشمالية وأوروبا مع عدد كبير من الشركات التي خصصت مبالغ مالية كبير لتطوير الأبحاث علي الطحالب الخضراء كمصدر بديل للوقود الأحفوري.

وإنتاج الوقود السائل من الطحالب يتم بطريقة كيميائية بسيطة؛ إذ يجرى تحويل الزيوت المستخلصة إلى ديزل حيوى، وهناك نوعين من الطحالب يستخدمان فى هذه العملية: الأعشاب البحرية التى يوجد بها كمية كبيرة من الزيت يتم درسها ثم

استخلاص الزيوت منها لتحويلها إلى وقود، والثانى الطحالب الدقيقة التى تزرع داخل المعمل ليبدأ التغيير فى الوسط الغذائى لها، وكلما كانت نسبة الدهون أعلى كان أفضل.

وتشير معظم الدراسات العلمية إلي امكانية إنتاج الزيوت من حوالي **25-50** طن للهكتار الواحد سنوياً من الطحالب الخضراء وتحتوي الطحالب الدقيقة،على بعض المركبات البيوكيميائية الأخري علي الدهون المحايدة(ثلاثي، ثنائي، احادي الجلسريد وأحماض دهنية حره)، والدهون القطبية (الدهون السكرية، الدهون الفوسفاتية) واسترات الشمع.

يختلف المحتوي الدهني للطحالب المجهريه **1-90%** من الوزن الجاف ويتوقف علي نوع وسلاله الطحالب وظروف الانتاج وعملية إنتاج الوقود من الطحالب تمر بعدة مراحل؛ ففى البداية لابد من التأكد من جودة الزيت الموجود داخل الخلايا ثم استخلاصه، وفى النهاية، وبمعادلة كيميائية، يتم تحويل الزيوت إلى بيوديزل.

واستخدام الطحالب كسماد أثبت كفاءة عالية للانتاج،فأى محصول زراعى يحتاج إلى عناصر غذائية معينة، كوحدات البوتاسيوم والأوكسجين ووحدات الفوسفور، ومن ثم فهى تحتاج إلى أى مركب يحتوى على هذه العناصر والطحالب غنية بها.

أنواع الطحالب

تصنّف الطحالب بالنسبة للونها ووظيفتها وحجمها لسبعة أنواع رئيسية:

يوجلينوفيتا: توجد في المياه العذبة والمالحة، وتقوم بالبناء الضوئي لإنتاج حاجتها من الأكسجين والغذاء بسبب احتوائها على بلاستيدات خضراء، لاتحتوي على جدار خلوي وتغطى بطبقة من البروتين عوضاً عنه، تستطيع العيش في الظلام وتتميز بتكونها من سوط وبقعٍ عينية.

كريسوفيتا: تسمى بالديتومات وهي عبارة عن طحالب أحادية الخلية تمتاز بلونها الذهبي المائل للبني، وتوجد في المياه العذبة والمالحة،لاتحتوي على جدار خلوي وتحاط بقشرة من السليكا، وتسمى بالعوالق النانوية نظراً لصغر حجمها حيث لايتجاوز قطرها **50** ميكرومتر.

الكلوروفيتا:هي الطحالب الخضراء أحادية الخلية، تنمو على شكل مستعمرات صغيرة أو مستعمرات كبيرة مكونةً من آلاف الخلايا أغلبها في المياه العذبة ويُحتمل تواجدها في المياه المالَحة وفي الثلوج، يتكون الجدار الخلوي لديها من السليلوز، وتحتوي على البلاستيدات الخضراء اللازمة لعملية البناء الضوئي، ومن أمثلتها طحلب الخس البحري.

البيروفيتا: تعرف بطحالب الناراستناداً للونها الأحمر، تعد من الطحالب أحادية الخلية البيروفيتا من الطحالب السامة إذ تقوم بإنتاج نوع من السموم العصبية التي تعمل على تعطيل وظائف العضلات، يكثر تواجدها في البحر الأحمر حيث تجعله

يبدو كأنه مشتعل بسبب لونها.

رودوفيتا: هي الطحالب الحمراء التي يكثر تواجدها في البيئات الاستوائية، تنمو على الأسطح الصلبة ويتكون الجدار الخلوي لديها من السليلوز والكربوهيدرات،تتكاثر جنسياً ولاجنسياً بمساعدة تيارات المياه وهذه الطحالب يبلغ طولها **40** سم، وتعيش فى أعماق البحار أكبر من سواها من الطحالب.

الزانثوفيتا: هي الطحالب الصفراء المخضرة، وتعد أقل أنواع الطحالب تواجداً، تنمو في المياه العذبة ويتكون جدار الخلية لديها من السيليلوز والسليكا، تحتوي على سوط يساعدها على التنقل والحركة ، ويستند لونها الأصفر المخضر لقلة الأصباغ في البلاستيدات الخضراء الموجودة فيها.

بيوفيتا: هي الطحالب البنية وتعد أكبر أنواع الطحالب،وأكثرها شيوعاً حيث يتواجد منها **1500**نوع وتتواجد في البيئات البحرية، يتراوح حجمها بين الميكروسكوبي إلى عشرات الأمتار مثل عشب البحر العملاق المتواجد في غابات تحت الماء، يتكون جدار الخلية لديها من السليلوزولديها القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي.

كما أن هناك:

السوطيات : تعيش بصورة رئيسية فى الماء العذبة.

المشطورات : تتخذ الأشكال الأكثر غرابة،و غالباً ما تكون على درجة كبيرة من الجمال،تعيش فى المياه العذبة و البحار الباردة.

الطحالب السمراء: تعيش بالبحر وقشرة هذه الطحالب تشبه الجذور وتثبت النبتة فى الأعماق بقوة.

التكاثر عند الطحالب

تتكاثر الطحالب تكاثراً جنسياً وتكاثراً خضرياً وتكاثراًغير جنسي، حيث يتم تكاثرها خضرياً بالإنقسام الخلوي وإنتاج المستعمرات، والتكاثر الغير جنسي يتم عن طريق الأبواغ المتحركة، بينما يتم التكاثر الجنسي عن اتحاد الأمشاج مع بعضها البعض.

خصائص الطحالب

نجد الطحالب فى كل مكان،فى النهر،على صخور الشواطئ وفى الرطوبة،وهو عنصر أساسى من علق البحر طوله يختلف من نوع لآخر، ويستعمله الإنسان كسماد ودواء وحتى كغذاء وتشترك فى عدد من الخصائص أهمها:

1- الطحالب ليس لها جذور ولا ساق ولا أزهار،ولا أوراق حقيقية فهى مجموعة من الخلايا تقوم الواحدة منها بجانب الأخرى.

2- تعيش فى معظمها فى الماء،فى البحر أو المياه العذبة.

3- تحتوى على الكلوروفيل وهى المادة الضرورية لغذاء النبتة واستمرارها.

الطحالب نباتات نموذجية للأوساط المائية،إلا أن جميع النباتات المائية هى طحالب وبالرغم من تكيفها مع المياه العذبة إلا أن وسطها المفضل البحار.

وتشكل الطحالب جزءاً من مأكل الشرق الأقصى وتجد لها مكاناً فى مناسبات عدة على مائدة اليابانيين،ففى اليابان يأكلون الطحلب الأحمر و بعد أن يطبخ،يقدم متبللاً بالصويا.

الأوربيون أيضاً يستعملون الطحالب فى مأكولاتهم،إلا انهم يجهلون ذلك لنقرأ مثلاً مكونات البوظة التى تباع فى أكياس صغيرة نلاحظ أنه إلى جانب الحليب والسكر والكاكاو والملح،هناك مادة اسمها الكاراجينان ،إنه فى جزء منها، مادة م ستخرجة من طحلب أحمر له ميزة تكثيف السوائل،ويستعمل أيضاً فى المواد الجيلاتينية ومواد التجميل.

وفى فرنسا فى المناطق الساحلية لمقاطعتى بريتانيا ونورماندى ،تحصد الطحالب عند الجزر تسمى الفوقس والجمون) وتستعمل كفراش للمواشى،أو سماد للأراضى المزروعة.

أضرار الطحالب

رغم الفوائد والمنافع العديدة للطحالب إلا أن هناك بعض المشاكل السلبية والمضار للقليل من تلك الطحالب نذكر منها:

- موت الأسماك والكائنات البحرية حيث تفرز بعض الطحالب أنواعاً من السموم

لحماية نفسها من الكائنات الأخرى كوسيلة للدفاع عن نفسها والسيطرة على البيئة المائية التى تعيش فيها لحسابها فقط مثل بعض الطحالب الخضراء المزرقة وأحياناً لا تكون الظروف مناسبة تماماً للنمو المثالى لهذه الطحالب فتكون نسبة إفرازها للسموم فى البيئة ضعيفة نسبياً ولا يسبب موت للكائنات ولكن يؤدى إلى فقد الوزن، الإعياء أو الإجهاد، الإجهاض والصدمات والتلف لخياشيم الأسماك.

– الأمراض أو الوفاة للإنسان: تنتج مختلف الطحالب التى تسبب الإزدهار الطحلبى نوعاً أو عدة أنواع من السموم كوسيلة للدفاع عن بيئتها لكنها تؤثر على الجهاز العصبى أو الكبدى للثدييات أكثر من **50** جنساً تنتمى للطحالب الخضراء المزرقة مثل **Anabaena flos-aquae, Microcycstis aeruginosa & Nodularia** تُفرز سموماً تؤثر على صحة الإنسان والحيوانخاصةً بفصل الصيف. وكذلك فالتعرض المباشر لتلك المركبات السامة جداً التى تفرزها بعض الطحالب النارية البحرية مثل **Gymnodinium, Gonyaulx & Pfiesteria**بالسباحة فى بيئتها أو من خلال تناول الأسماك التى تتغذى عليها قد يؤدى إلى وفاة الإنسان. ومن الممكن بعد إستهلاك الأسماك المغذاة على مثل هذه الطحالب النارية أن تحدث بعض الأعراض مثل **Paralysis**الحكة أو حساسية الجلد القئ والجفاف وضيق التنفس والحمى وتنشيطالأورام وأحيانا تحدث الوفاة خلال دقائق لساعتين إلى **12** ساعة فقط من تناولها أو التعرض لها. ولحسن الحظ لم تسجل بالعالم حتى الآن أى حوادث مماثلة عدا بعض شواطئ المكسيك التى تغطى هذه الطحالب عدة أميال مربعة منها

وتؤدى لنفوق الأسماك.

– مشاكل للمياه ومصادرها حيث تنمو بعض أنواع من الطحالب خاصة الخضراء المزرقة وتسد المرشحات مما يقلل من عمرها وكفاءتها كما تسبب رائحة كريهة للمياه عند تحللها وموتها أيضاً قد تعطى طعماً غير مقبول للمياه وتُكون طبقة لزجة فى المياه تُغير لونها أحياناً يؤدى تواجدها إلى صدأ وتآكل للمواسير المعدنية خاصة القديمة ويسبب نمو الأنواع الحرة والطافية منها زيادة عكارة المياه بينما الأنواع المترسبة تزيد الترسبات وتجمع الأتربة فى الخزانات نتيجة لزيادة المواد المخاطية بالقاع مثل كثير من الطحالب الزرقاء المخضرة.

– تآكل المبانى والمنشآت نتيجة النمو الكثيف للطحالب الخضراء المزرقة الخيطية مثل **Scytonema & Tolypothrix** على جدر المبانى فى فترات المطر أو إهمال مواسير المياه والصرف الصحى حيث تزداد نسبة الرطوبة مما يؤدى إلى تآكل الجدران وهشاشة الخرسانة خاصة فى المناطق المدارية .

– حوادث المرور والتزحلق نتيجة للمواد المخاطية اللزجة التى تفرزها بعض الطحالب خاصة الطحالب الخضراء المزرقة مما يؤدى أحياناً إلى تزحلق البشر، الماشية والمركبات خاصة فى حالات النمو الكثيف للطحالب على سطح التربة عندما تتوفر الرطوبة العالية بالجو أو بعد تجمع مياه الأمطار على الطرق فتصبح لزجة.

– تؤثر على جودة الملح من حيث تغير الرائحة واللون الوردى الصدأ والتركيب

الكيميائى مما يجعله غير صحى وغير مقبول للمستهلك .

– تطفل الطحالب على الأوراق أو الأجزاء المغمورة للنباتات المائية وكذلك الحيوانات المائية ومعظم أنواع تلك الطحالب يتبع الطحالب الخضراء، الحمراء، النارية والدياتومات. تضر الطحالب المتطفلة بالنبات أو الحيوان العائل لاستهلاكها الغذاء اللازم لمعيشتها منه عن طريق إختراق الطحالب العائلة أمثال **Oedogonium & Mougeotia.**

– التلوث **Pollution** نتيجة الوفرة الغذائية من العناصر والأملاح مثل النيتروجين والفوسفور حيث تنمو الهوائم النباتية بكثافة مما يزيد من درجة عكارة المياه العذبة والمالحة مكونةً أحياناً ما يسمى بالإزدهار الطحلبى مثل طحلب **Microcycstis**الذى قد يبلغ سمك الطبقة التى يكونها حوالى **8** سم فتقل بشدة نفاذية الضوء بالماء ومن ثم يقل معدل التمثيل الضوئى ونسبة الأوكسجين وبالتالى كم الإنتاج الحيوى الذى يعد الحلقة الأولى فى السلسلة الغذائية وتكون المحصلة النهائية نقص الغذاء الأساسى للأسماك والكائنات المائية الحيوانية أو إختناقها أحياناً وقد يرتبط تلوث المياه بالعناصر بالأنشطة البشرية من صرف صحى وزراعى وصناعى أو مخصبات زراعية أكثر من **50%** من الطحالب المسببة للإزدهار الطحلبى تنتج سموماً تؤثر على الأجهزة العصبية والعضلية والكبد ومسرطنة للثدييات ويرتبط الإزدهار الطحلبى أو المائى بعدة عوامل بيئية مثل درجة حرارة الماء وحركته، الضوء والعناصر الغذائية الغير عضوية.

مزايا وقود الطحالب

لا تزيد أبعاد هذا النوع من الطحالب عن بضع ميكرومترات أي بضعة أجزاء من الألف من الملمتر ويمكن تربيتها داخل أنابيب اختبار مملوءة بالماء ومعرضة لضوء الشمس فتصنع الطحالب السكر من مواد بسيطة وثنائي أكسيد الكربون وأسمدة نيتروجينية باستغلال ضوء الشمس وتمتاز هذه الطحالب بسرعة تكاثرها، فخلية الطحلب الواحد تنقسم مرة في اليوم لتصبح خليتين أي أن كمية الطحالب تتضاعف مرة كل يوم ولا يوجد نبات على سطح الأرض له نفس هذه القدرة على النمو أو التكاثر.

ويمكن إنتاج 25 جم من الطحالب على مساحة متر مربع واحد كل يوم ثم الحصول منها على زيت يعادل ثلث هذه الكتلة، أي 8 جرامات، وهذا يعني نحو 3 أطنان من الزيت سنوياً لكل دونم من الأرض التي تربى عليها هذه الطحالب، أي نحو 15 ضعف ما نحصل عليه من اللفت مثلاً ويمكن زيادة الإنتاجية إذا زودت هذه الطحالب بثاني أكسيد الكربون، الناتج مثلاً من الغازات العادمة من المصانع كما يمكن توفير السماد النيتروجيني من محطات تنقية المياه العادمة أو حتى من مخلفات استخلاص الزيت من الطحالب.

لا تقتصر فوائد هذه الطحالب على إنتاج الوقود الحيوي لتزويد السيارات به، وإنما توفر أيضاً منتجات تستفيد منها صناعات مواد التجميل والصناعات الغذائية الموجهة للإنسان أو للحيوانات، وخاصة لمزارع الأسماك وينتج العالم من هذه الطحالب بضعة آلاف طن سنوياً.

وعندما أخذ سعر النفط في الارتفاع المتسارع حتى قارب **150** دولاراً للبرميل، اتجه تفكير الكثيرين نحو الطحالب كمصدر للوقود، وأنشئت في الولايات المتحدة وحدها خلال الأشهر الأخيرة من عام **2008** نحو **60** مؤسسة لاجراء أبحاث على الوقود المستخلص من الطحالب وقدم الملياردير بيل جيتس، مؤسس شركة مايكروسوفت الأمريكية للبرمجه ، دعما لمؤسسة تدعى **Sapphire Energy**، كما بادرت شركات النفط الكبرى لدعم هذه الأبحاث، فشركة شل مثلا أسست شركة اسمها **Cellana** لهذا الغرض وهي تعمل على إنشاء مزرعة طحالب مفتوحة مساحتها **25** دونما في هاواي، ومن ثم مزرعة كبرى مساحتها **100 000** دونم كما أبدى قطاع الطيران اهتمامه بوقود الطحالب، نظراً لأنه لم يستفد حتى الآن من الوقود الحيوي المستخلص من الذرة وقصب السكر لأنه يتجمد عند الارتفاعات العالية.

ورغم تفاؤل الباحثين والمؤسسات العاملة في هذا المجال، ومنهم سباستيان ريمي، مدير برنامج الوقود البديل في شركة ايربص الأوروبية، الذي يتوقع أن تصبح تقنية إنتاج وقود الطحالب مكتملة وجاهزة للتطبيق الصناعي خلال سنتين أو ثلاث، إلا أن آخرين يشككون في إمكانية تحقيق ذلك قريبا، ومن هؤلاء انطوان شندرا، مدير الأبحاث في المركز الوطني الفرنسي للأبحاث العلمية (بالفرنسية**(CNRS :**، الذي لا يتوقع التوصل إلى الاستثمار الصناعي الفعلي للوقود الطحلبي قبل مضي **10** سنوات على الأ قل فكرة استخدام الطحالب لاستخراج وقود تحلّق به الطائرات العسكرية ليست جديدة فقد ظلت وزارة الطاقة تدرس هذه الفكرة وتقلبها على

مدى **20** سنة ودرست الدوائر العسكرية في غضون ذلك فكرة استخدام الوقود البيولوجي المستخرج من فول الصويا وزيت الكانولا المكون من زيوت مستخرجة من عدة نباتات، ومن نبات القوفية المزهر، ومن نبات الكاميلينا الذي يعرف أيضا باسم الكتّان البري غير أن زيت المستخرج من الطحالب ظل الزيت الأكثر كفاءة وأكثر جدوى من حيث الكمية المنتجة منه.

وحسبما جاء في تقرير لمركز كولورادو أوكهافن للدراسات الزراعية فإن فداناً واحداً (نحو **04**) هكتار) من الذرة يمكن أن ينتج **57** لتراً من الزيت، و**182** لتراً إذا كان مزروعاً بفول الصويا، و**315** لتراً بالقرطم، و**391** لتراً بدوار الشمس، و**483** لتراً بالكتان، و**2،413** لتراً بالنخيل، و**7,030** لتراً بالطحالب الدقيقة.

وينجم عن التحول إلى استخراج الوقود من الطحالب بدلاً من الذرة وفول الصويا توفّرهما كمواد غذائية للاستهلاك البشري والحيواني، وهو اعتبار له أهمية خاصة في ضوء ارتفاع أسعار المواد الغذائية.

تحقق عمليات تحويل الطحالب الدقيقة إلى وقود نجاحاً، لكن الدراسات والأبحاث التي أجريت خلصت في أواسط التسعينات إلى أن التكاليف عالية بحيث لا يمكنها أن تنافس إنتاج الديزل أما الآن، وفي غمرة ارتفاع أسعار الوقود (حيث تقدر تكلفة البرميل الواحد من الوقود في مناطق الحرب والصراع بنحو **400** دولار) فينتاب القلق المسؤولين عن تأمين الطاقة من احتمال عدم ضمان استمرار إمدادات الديزل كما أنهم مدركون أيضاً لمدى الضرر الذي يسببه استهلاك الوقود الأحفوري (النفط) للبيئة والمناخ العالمي.

كما كشف علماء في تشيلي أن الديزل الحيوي المصنوع من الطحالب، يمكنه تشغيل الحافلات والشاحنات وتقليل انبعاثات الغازات المسببة لارتفاع حرارة الأرض بنسبة تصل إلى 80%، مما قد يقلل التلوث في مدن تعاني منه مثل سانتياجو وقال خبراء في قسم الهندسة الكيميائية والعمليات الحيوية بالجامعة الكاثوليكية في تشيلي إنهم زرعوا طحالب واستخرجوا منها الزيت الذي يمكن تحويله إلى وقود حيوي بعد تخليصه من الرطوبة والشوائب.

وقال الباحث كارلوس سايز إن الجديد في عمليتنا هو النية لإنتاج هذا الوقود من الطحالب وهي من الكائنات الدقيقة ومعظم الوقود الحيوي الموجود في العالم مشتق من زيت الصويا ويقلل الوقود الحيوي الاعتماد على النفط، ويمكن استخراجه أيضا من دهون الحيوانات وزيت النخيل.

كيفية زراعة الطحالب

الطحالب نباتات تنمو من الجراثيم وليس من البذور، وتزدهر في معظم المناطق المعتدلة حول العالم يمكن للطحالب النمو على أي سطح صلب رغم تطورها في التربة الرطبة، فتكثر رؤيتها على لحاء الأشجار والصخر وأماكن صلبة أخرى يمكن لذلك استخدامها لإضافة لون أخضر فاتن للحدائق أو كغطاء للأرض بديل للعشب.

1- الحصول على الطحالب

اختر نوع الطحالب نباتات متنوعة بصورة رائعة، وتمنح كثيرا من التنوع لشكل ورق الشجر التقليدي الناعم يوجد رغم ذلك نوعان رئيسيان من الطحالب: بلوروكاربس وأكرو كاربس ينـ ـمو البلوروكاربس منخفضاً على الأرض وينتشر بسرعة أفقياً، وينمو الأكروكربس في تجمعات، وينمو في العرض أو الطول قبل الانتشار للخارج.

لا تزهر الطحالب، لكنها تنتج أحياناً أعناقاً صغيرة في آخرها انتفاخات تحتوي على جراثيم التكاثر، وتسمى الانتفاخات البوغية.

فكر في استخدام خليط من البلوريكربس بالإضافة للأكروكربس إذا أردت تغطية مساحة كبيرة (مثل حديقة كاملة) بالطحالب.

2- اختر الطحالب من حضانة فتوجه لحضانتك المحلية إذا أردت نصيحة محترف عن نوع الطحالب المناسب لحديقتك أو إذا أردت رؤية مجموعة متنوعة من النباتات تتوافق أنواع عديدة من الطحالب مع بعضها، فلا تخش تجربة أكثر من نوع.

3- يمكنك إذا لم توجد حضانة قريبة منك أن تجد عديداً من الطحالب التي يمكنك طلبها من على الإنترنت واستلامها عبر البريد.

تحقق من سرعة نمو الطحلب على البطاقة التي ترافقه تنمو بعض الطحالب بسرعة كبير ة جداً، لذلك قد لا تحتاج لشراء كميات كبيرة من هذه الفصيلة كباقي الفصائل.

– أحضر بادئ طحالب من حديقة أخرى أو من الغابة وحاول الحصول على الطحالب من الطبيعة إذا لم تكن تريد نوعاً معيناً أو إذا أردت التوفير قليلًا استخدم ببساطة جاروفًا للحصول على بعضها من الأرض أو من على جذع شجرة وحاول الحصول على بعض التربة التي تنمو فيها الطحالب أيضًا عند أخذها حتى تبقيها حية وتجعل نقلها أسهل.

استزراع الطحالب البحرية:

اختيار موقع الاستزراع:

هناك أربعة عوامل أساسية يلزم توافرها في المواقع المراد استزراع طحالب فيه وتلعب دورا مهما في تحديد كمية الإنتاج واستمرارية المشروع وهى: الضوء، درجة الحرارة، نوعية المياه، وحركة المياه.

عوامل اختيار الموقع:

قد تتحكم الحيوانات الزاحفة والقارضة في نجاح أو فشل المشروع، وهناك بعض الهائمات البحرية تتغذى على النباتات والطحالب مثل النيماتودا أو بعض الأسماك مثل أسماك السيجان والحريد ونجم البحر وقنفذ البحر ومن المهم التخلص من الأعشاب غير المرغوب فيها.

مؤشرات تدل على صحة الطحالب المستزرعة: اللون ومعدل النمو ويفقد النبات لونه نتيجة التعرض للهواء وقد تسبب شدة حركة المياه تكسير الطحالب وموتها

عوامل بيئية تحكم إختيارالمواقع:

- يفضل البعد عن مصادر المياه العذبة مثل السيول والفيضانات.
- يفضل أن تكون حركة التيارات المائية بين 20–40 متر في الدقيقة.
- يفضل أن يكون موقع المزرعة في خلجان محمية.
- تجنب الملوحة المرتفعة التي تزيد عن الملوحة البحر المعتادة.
- يراعى ان تكون خصوبة المياه جيدة وذات شفافية محدودة خطوات استزراع الطحالب البحرية:
- إعداد وتجهيز المواد المستخدمة في الاستزراع مثل الحبال ومواسير بلاستيك واستيروفوم ...الخ.
- تثبيت مواسير في القاع الضحل وكذلك تثبيت الخيوط في المواسير أعلى القاع.
- ربط شتلات الطحالب في الحبال البلاستيكية وغمرها في مياه البحر حتى تتعرض للجفاف.

طرق استزراع الطحالب البحرية:

1– الاستزراع المفرد: وفيه تكون الطحالب المستزرعة مثبتة أعلى القاع، ويلزم أن يتوفر في الموقع الخصائص الآتية: المياه ضحلة – قاع البحر رملي – الطحالب

البحرية تنمو طبيعياً في الموقع – المياه خصبة وخالية من الملوثات ومصادره.

2- **الاستزراع المتكرر**:وفيه يتم إستزراع الطحالب علي القاع ويلزم أن يتوفر في الموقع الخصائص الاتية:

موقع الاستزراع محمي من الأمواج العاتية، وحركة المياه في الموقع معتدلة – المياه عميقة (حوالى 10متر).

3- **الاستزراع المتعدد**:وفيه يتم إستزراع الطحالب كمحصول ثانوى داخل أقفاص الأسماك، حيث تعتبر مخلفات الأسماك وبقايا الأعلاف سمادا جيدا للطحالب البحرية، وتوفر الطحالب ظلالا جيدة الأسماك

حصاد الطحالب البحرية المستزرعة:

يتم حصاد الأعشاب البحرية بعد 45 – 60 يوماً من التربية ويتم ذلك بثلاث طرق:

1- نزع الطحالب أو قطعها من حبل الاستزراع في حالة الاستزراع المتكرر داخل الموقع.

2- حل حبل الاستزراع من طرفيه المثبتين في المواسير ثم يتم نزع الطحالب.

3- سحب المحصول ومعه الحبال والمواسير إلى منطقة العمل على الشاطئ ثم يتم نزع الطحالب.

الأعمال التى تلى حصاد الطحالب:

التنظيف: يتم تنظيف الطحالب البحرية من العوالق والاعشاب الغريبة والرمال وغيرها.

تجفيف الطحالب: يتم تجفيف الطحالب بعد الحصاد والإنتهاء من تنظيفه مباشرة وتستمر عملية التجفيف من 2 – 3 أيام، كما يجب أن تكون نسبة الرطوبة في المحصول 35 – 40. %

طرق التجفيف:

1ـ الطريقة الأرضية:

حيث يتم نشر الطحالب على حصيرة أو شباك في الهواء الطلق وتتعرض للشمس ويجب مراعاة التالى:

- التقليب بإستمرار لتسريع عملية التجفيف ومنع عملية التعفن.
- تجنب التجفيف باستخدام الحرارة أو البخار لأنه قد يؤدى إلي تكسير مادة الكارجنين.
- تجنب الطحالب للمياه وحمايتها من الأمطار لأن زيادة نسبة الرطوبة تقلل من الفترة التخزينية للمحصول ويؤثر على نسبة الأملاح والمواد الغذائية فيها.

2- طريقة التعليق: وفيها يتم تعليق الطحالب علي حبال في الهواء الطلق وتساعد هذه الطريقة في سرعة تجفيف الطحالب في وقت قصير.

التخزين:

بعد التجفيف يتم لف الطحالب البحرية في بالات كبيرة بغرض الاستخدام أو التصدير حيث يسهل تداولها ويقلل من تكاليف شحنها ويتم تخزين محصول الطحالب البحرية لفترة زمنية قصيرة بشرط:

- أن يكون مستودع التخزين نظيف جيد التهوية.
- أن تكون الطحالب المخزنة غير رطبة.
- ألا تخزن الطحالب مكومة بعضها فوق بعض.

(A)حصاد الطحلب (B) . مرحلة الغسيل والتنظيف.

(C) مرحلة الفرد والتجهيز (D – E) .مرحلة نزع المياه والتجفيف.

(F) مرحلة التغليف وإعداد للبيع (اليابان).

(A)جمع طحلب.Caulerpa

(B)بيع الطحالب في السوق الأسيوي.

تعد الطحالب البحرية مصدراً هاماً لتغذية معظم الكائنات البحرية مثل الأسماك والقواقع والقشريات بالإضافة إلى أنها تستخدم كغذاء للإنسان في العديد من دول

العالم، كما تعتبر مصدراً طبيعياً للحصول على بعض المواد الكيماوية مثل الجيل والأجار، إلا أن تدهور المصادر الطبيعية لنمو الطحالب البحرية نتيجة الصيد الجارف دفع العاملين في هذا المجال إلى استحداث عدة طرق لاستزراعها.

ولقد تحول استزراع الطحالب البحرية سواء كانت مصدر للحصول على الغذاء أو مواد خام إلى صناعة ديناميكية تخضع لقانون العرض والطلب وهما العاملان المحددان للسعر والربحية في كثير من المناطق العالم، ومن العوامل المحددة للسعر أيضا تكلفة الحصاد وتوافر العاملة والمعدات المستخدمة في عمليات التجفيف والمعالجة وتوافر أدوات النقل الخ

يقدر الإنتاج العالمي بحوالي **174** مليون طن وزن رطب في عام **2011** سواء من حصاد الطحالب من المصادر الطبيعية أو من استزراعها، وتركز معظم الإنتاج في دول آسيا (**98.8 %**) وكانت أعلى الدول إنتاجاً في العالم هي الصين، مثلت الطحالب البنية **75%** يليه الطحالب الحمراء **24%** ثم الطحالب الخضراء **1%** من الإنتاج الكلى، الدول الأكثر إنتاجاً هي الصين، اليابان، الفلبين، كوريا، اندونيسيا، فرنسا، المملكة المتحدة، النرويج، ايرلندا، الولايات المتحدة الاميريكية، كندا، شيلي تم تنزانيا.

تصنيف الطحالب البحرية:

الطحالب البحرية نباتات لا زهرية ثالوثية التركيب أى لا تتميز إلى جذر أو ساق

أو أوراق حقيقية وتلتصق بأي دعامات صلبة مثل الصخور والقيعان الرملية ...الخ.

تتواجد الطحالب البحرية على صورتين:

1- على شكل عوالق أو هائمات يطلق عليها الفيتوبلانكتون.

2- على شكل أعشاب بحرية.

تنتمي الطحالب البحرية ذات القيمة الاقتصادية إلى 3 مجموعات رئيسية وهى:

1- الطحالب البنية وتسود المناطق الباردة.

2- الطحالب الحمراء وتسود المناطق الدافئة.

3- الطحالب الخضراء.

أهمية الطحالب البحرية للبيئة:

تنتج الطحالب البحرية كغيرها من النباتات الأكسجين وتمتص ثاني أكسيد الكربون في البيئة المائية مما يساعد على تحسين خواص البيئة المائية، وتتميز بعض هذه الطحالب بقدرتها على اختزال التلوث الحراري والاشعاعى، وكذلك قدرتها على امتصاص وتخزين العناصر الثقيلة وتخليص الوسط البيئي منها

أهمية الطحالب البحرية للإنسان:

1- توفير فرص عمل للتجمعات السكانية الساحلية حيث تنمو الطحالب البحرية

طبيعيا ويقوم المزارعين بجمعها وتجفيفها وتجيزها للاستهلاك المحلى أو التصدير أو توريدها لمصانع إنتاج الاجار أو الاجينات أو الكاراجين

2- تعتبر الطحالب البحرية مصدر غذائي مهم حيث تؤكل هذه الطحالب في بعض البلدان وخصوصا الصين واليابان والفلبين وجزر هاواي.

3- تستخدم بعض الطحالب البحرية مثل لاميناريا وبالماريا في الأعلاف الحيوانية بهدف توفير الأملاح والمعادن الغذائية والفيتامينات التي يحتاجها الحيوان.

4- تستخدم الطحالب البحرية في تسميد التربة في المناطق الزراعية بهدف تحسين خصائص التربة وزيادة المادة العضوية والاستفادة من قدرتها على الاحتفاظ بالمياه داخل التربة.

5- تستخدم الطحالب البحرية في الطب، مثال طحلب ساراجاسم في علاج الغدة الدرقية وطحلب كرواليتا في مكافحة الديدان البحرية.

6- تستخدم الطحالب البحرية في إنتاج مرطبات الجلد وأدوات التجميل.

استخدام الطحالب البحرية في إنتاج المواد الغروية

تستخلص من الطحالب البحرية 3 أنواع من **Phycocolloids** ويقدر استهلاكها حوالي 50 ألف طن جاف، وتستخدم في إنتاج ألجينات (18ألف طن جاف) وكاراجيينان (15ألف طن جاف وأجار7 ألاف طن جاف)

1ـ الالجينات:

وتمثل أهم منتج يستخلص من الطحالب البحرية في إنجلترا والولايات المتحدة والنرويج وفرنسا وتستخلص من الطحالب البنية التي تنمو في المناطق المياه الباردة خصوصاً طحالب Lessonia ، Ecklonia، Sargassum، Laminar، Ascophyllum.

2ـ الكاراجيينان:

هناك 3 منتجات رئيسية من الكاراجيينان لكل ومن أكثر هذه المنتجات استهلاكا هى Kappa وتستخلص من الطحالب الحمراء مثلEucheuma ، Gigartina، Chondrusو تمثل حوالي 90% من المواد المستخدمة وتستزرع في الفلبين وإندونيسيا وتنزانيا

3ـ الأجار:

هناك 3 منتجات من الأجار تستخدم في الأوساط الغذائية للكائنات الدقيقة أو في تفاعلات السكر أو فى الصناعات الغذائية، ويستخلص الأجار من الطحالب مثلPterocladia ، Gelidiella، Gelidium، Gracila، تعتبر اليابان من أكبر مستهلكي الأجار إذ تستهلك ما يقرب من 2000 طن جاف بينما تستهلك الولايات المتحدة 1000 طن جاف.

تطبيقات مذهلة

زيت الطحالب وفوائده

هو ذلك الزيت المستمد بصورة مباشرة من الطحالب البحرية، بعد الضغط عليها لإفرازه، تماما كما يحدث عند استخراج زيوت جوز الهند والبذور، قبل أن يتم تكرير الزيت لاحقا، ويعبأ في زجاجات للاستخدام الآمن له.

يتكون هذا الزيت من دهون حمضية مفيدة، من بينها الأوميجا 3، حيث يشتمل على ضعف الكمية الموجودة في بذور الشيا، علاوة على أنه يحتوي على نسب مرتفعة من البروتينات، تصل إلى ضعف كمية البروتين المتاحة بالسبانخ، كما أنه لا يتسم بمذاق مزعج أو لاذع، لذا فاستخدامه أثناء الطهي سيصبح من الأمور المجدية صحيا بلا أدنى شك.

فوائده

بينما يحتوي زيت الطحالب على نسب جيدة من الأوميجا 3، كما تمت الإشارة من قبل، فإن المرء يضمن بالحصول عليه حماية قدراته الذهنية لأطول وقت ممكن، وهي الفائدة الأكثر أهمية بالنسبة لهذا الزيت، علاوة على الفوائد الجسمانية الأخرى.

تساعد الأوميجا 3 كذلك على ضبط مستويات السكر بالدم، وعلى السيطرة على

هرمونات الجوع، كما أنها تساهم في زيادة قدرات الجسم على محاربة الالتهابات المتنوعة، وقد أوضحت من قبل إحدى الدراسات الطبية، التي نشرت بالجريدة الأوروبية لعلم الأعصاب، أن زيت الطحالب يعمل على تقليل فرص ظهور أعراض الإصابة بالاكتئاب، أو القلق والتوتر.

علاوة على تلك الفوائد التي تقترن بنسب الأوميجا 3 المتاحة بزيت الطحالب، تجدر الإشارة أيضاً إلى أن المعادن البحرية التي يمكن أن نستمدها من هذا الزيت، كاليود على سبيل المثال لا الحصر، تعمل على تحسين صحة الغدة الدرقية، فيما تمد الجسم أيضاً بمعادن ضرورية أخرى، مثل الكالسيوم والبوتاسيوم وأيضاً المغنيسيوم.

إنتاج الوقود الحيوي:

تحتوي الطحالب على نوع من الزيت بنسبة 50 في المائة من كتلتها الكلية، إضافة إلى بعض المركبات البيوكيميائية الاخرى، مثل الدهون المحايدة (ثلاثي، ثنائي، أحادي الغليسريد، أحماض دهنية حره)، الدهون القطبية (السكرية، الفوسفاتية) وإستيرات الشمع لذلك، تم التفكير في استغلال هذه النسبة من الزيوت، لانتاج وقود بسلاسل كيميائية، تشبه كميائياً سلاسل الهيدروكربونات البترولية غير أن هذا الوقود، لا يشارك الإيثانول في بعض الصفات الضارة بالبيئة وتقدر الدراسات العلمية أن كل هكتار من الطحالب الخضراء، يمكن أن ينتج مابين 20–50 طناً سنوياً.

تنظيف المياه الملوثة

استفاد العلماء في كثير من دول العالم، من شراهة الطحالب للمغذيات الكيميائية، لتنظيف مياه الصرف الصحى وإزالة المواد الكيميائية الضارة منها(**90** في المائة أمونيا النيتروجين و**97** في المائة من الفوسفور).

مستحضرات التجميل

استخدم الهنود الحمر منذ قرون، كمادات الطحالب لتجنب الولادات المبكرة، غير الطبيعية، حيث كانوا يضعونها على بطون الحوامل، نظراً لمفعول الطحالب في تقوية البطن وتليينها واكتشف العلماء حديثاً، أن للطحالب فعالية كبيرة في إيقاف تساقط الشعر والحفاظ على نضارة ونعومة البشرة، كونها تمدّ الخلايا بمركب **polysaccharides**الذي يحافظ على مادة الكولاجين والالستين التي تساعد على ليونة وحيوية البشـرة واليوم، تستخدم الطحالب لانتاج أنواع صحيةً ومتطورةً من الشامبو ومستحضرات التجميل والعناية بالبشرة.

امتصاص ثاني أكسيد الكربون : تمتص الطحالب غاز ثاني أوكسيد الكربون بكميات كبيرة، تصل إلى **1000** كج/سنوياً، عبر قيامها بعملية التمثيل الضوئي، التي تحتاج إلى ثاني أكسيد الكربون وأشعة الشمس والماء إلا أن الطحالب لا تسحب غاز ثاني أوكسيد الكربون من الجو فقط؛ وإنما أيضاً، تنتج كتلة حيوية يمكن استخدامها فى إنتاج أنواع وقود مثل الايثانول، يستخدم وقوداً للسيارات وهي تكنولوجيا نظيفه لا تولّد نفايات سامة أو خطرة.

غذاء حقيقي

إضافةً إلى غناها بالبروتينات والمعادن والفيتامينات، تستخدم الطحالب المزرقة كمكملات غذائية للإنسان وأعلافاً للحيوان، خصوصاً الأسماك والدواجن وثبت علمياً، أنها خالية من المواد السامة وغنية بالبروتين، خصوصاً طحلب السبيرولينا؛ وهو من الطحالب الخضراء المزرقة، حيث تصل نسبة البروتين فيه إلى **65** في المائة، مقارنة مع **20** في المائة في اللحم البقري و**20– 25** في المائة في البيض إلا أن هذا البروتين يتفوق بدرجة عالية، على البروتينات الموجودة في البقوليات فيما تشكل الأحماض الدهنية (**omega 3** و **omega 6) 8** في المائة من وزن هذا الطلحب المزرق.

6ـ أسمدة عضوية

يحتاج النبات عموماً، إلى عناصر غذائية معينة، كوحدات البوتاسيوم والأوكسجين ووحدات الفوسفور وقد وجد العلماء أن الطحالب المزرقة غنية جداً بهذه العناصر وأعطى استخدامها كأسمدة، جودة عالية وعائداً مرتفعاً في المحاصيل.

تدخ ل الطحالب في أكثر الصناعات، خصوصاً منها الكيميائية والدوائية، حيث يعتمد عليها في صناعة الأصباغ الطبيعية، مضادات الأكسدة، الفيتامينات، الأحماض الدهنية، مستحضرات التجميل، المكملات الغذائية، الاسمدة العضوية وغيرها.

أهم المصادر والمراجع:

1. التقرير السنوي 2004/2003، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة.
2. التقرير السنوي 2004/2003، الشركة القابضة لكهرباء مصر.
3. عصر النور: قصة الكهرباء من عباس حلمي الثاني إلي حسني مبارك، سليمان عبد العظيم.
4. التقرير السنوي 2003/2002، جهاز تخطيط الطاقة.
5. حقيبة تعليمية تدريبية في مجال طاقة الرياح، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة.
6. حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.
7. معجم الطاقة، أحمد أمين عبد المجيد.
8. مستقبل الطاقة، آلان هاموند، وليام متز، وتوماس موج.
9. تقرير أعمال المؤتمر الدولي حول الوقود الحيوي الذي انعقد في ساو باولو– البرازيل.
10. تطور إنتاج بدائل وقود النقل والانعكاسات على الدول الأعضاء بمنظمة الأوبك .
11. دراسات الوكالة الدولية للطاقة .
12. الديزل الحيوى – جريج بال – ترجمة على للو .
13. الوقود الحيوى – حمدى أبو النجا .
14. الوقود الحيوى – جون ستاريك ، جافين هارير.
15. الوقود الحيوي ومصادر الطاقة المتجددة نحو حل مشكلة الطاقة في العالم. منير علي الجنزوري.
16. نظام الاشعال فى المحركات – بليغ القباطى .

الفهرس